Environment Canada Environnement

927

Institut national de recherche sur les eaux (
Canada). Recherches en cours
Date: 1990

ADIEN DE LA FAUNE
UR GENERAL
N ET PROTECTION
NT CANADA
NT MASSEY

GB 707 N5614
OOFF

20573539E
EXC 1

Recherches
en cours 1990

RECHERCHES EN COURS 1990

UN RÉSUMÉ DU PROGRAMME DE RECHERCHE 1989-1990 À L'INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE SUR LES EAUX

Institut national de recherche sur les eaux
Direction générale des eaux intérieures
Conservation et Protection
Environnement Canada

Also available in English

92-01715/

Des informations détaillées sur les projets de recherche de l'INRE sont disponibles auprès de la Division de la liaison scientifique. Le *Bulletin de l'INRE*, un périodique trimestriel sur les activitiés de l'Institut, est aussi disponible sur demande. Pour plus de reseignements, veuillez écrire ou téléphoner à :

L'Institut national de recherche sur les eaux
Case postale 5050
Burlington (Ontario)
Canada
L7R 4A6
Téléphone: (416) 336-4884

L'impression de RECHERCHES EN COURS 1990 a été exécutée sur du papier recyclé. La couverture est dépourvue d'enduit pour en faciliter le recyclage ultérieur.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION 1

DIRECTION DE LA RECHERCHE SUR LES LACS 3

Projet d'interactions des substances nutritives et des contaminants 4
Projet d'interactions des sédiments et de l'eau 6
Projet d'interactions de l'air et de l'eau 8
Projet d'interactions des eaux du littoral et du large 10
Projet de restauration des lacs 12

DIRECTION DE LA RECHERCHE SUR LES COURS D'EAU 15

Project de modélisation des cours d'eau 16
Projet des contaminants et des pesticides 18
Projet de transport à grande distance des polluants aéroportés 20
Projet d'écotoxicologie 22
Projet de la contamination des eaux souterraines 24

DIRECTION DE LA RECHERCHE PURE ET APPLIQUÉE 27

Projet de chimie analytique 28
Projet des études en hydraulique 30
Projet de l'assurance de la qualité 32

ORGANIGRAMME DE L'INRE 34

PUBLICATIONS ET PERSONNEL SCIENTIFIQUE 35

Équipe de gestion de l'INRE 35
Direction de la recherche sur les lacs 35
Direction de la recherche sur les cours d'eau 40
Direction de la recherche pure et appliquée 45
Division de la liaison scientifique 47
Division du soutien à la recherche 47

INTRODUCTION

R.J. Daley
Directeur
Institut national de recherche sur les eaux

J'ai le plaisir de présenter RECHERCHES EN COURS 1990, le résumé du résultat des recherches effectuées à l'Institut national de recherche sur les eaux (INRE) durant 1989-1990 ainsi que la liste des publications parues pendant cet exercice.

L'INRE a pour objectif permanent d'améliorer les connaissances et les compétences dans le domaine des sciences aquatiques pour permettre à Environnement Canada d'assumer les responsabilités nationales en matière de gestion des eaux. Le programme de recherche actuel comprend l'étude des interactions de l'écosystème qui déterminent le devenir et les effets des polluants, l'étude de la dynamique physique des lacs et des cours d'eau affectés par le changement climatique, et l'élaboration de protocoles analytiques permettant d'évaluer l'état de l'écosystème aquatique. En outre, l'établissement des prévisions relatives aux effets à long terme des perturbations physiques, chimiques et biologiques constitue maintenant l'un des principaux volets du programme. Ainsi, la recherche à l'INRE s'effectue au sein d'équipes chargées de projets multidisciplinaires, chacune d'elles s'efforçant d'acquérir les nouvelles connaissances nécessaires pour régler les questions d'envergure nationale qui se posent présentement ou qui surgissent dans le domaine de l'eau.

En 1989-1990, l'INRE a traité un grand nombre de questions à la fois importantes et difficiles. Ainsi, dans le cadre du Plan d'assainissement des Grands Lacs, nous avons mis sur pied un programme de recherche quinquennal pour respecter les nouveaux engagements pris en vertu du Protocole de 1987 découlant de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs. Nous avons aussi poursuivi des recherches dans les domaines suivants : la pollution par les pesticides, la contamination des eaux souterraines, les pluies acides et toxiques, et le changement climatique global. En outre, nous avons continué d'accorder une importance particulière aux répercussions des produits chimiques toxiques sur le milieu aquatique. Nous avons en effet mis en place une série de programmes sur le terrain depuis le fleuve Fraser et la rivière Athabasca, dans l'ouest, jusqu'aux basses terres de la baie d'Hudson, à la rivière Yamaska (Québec) et à l'Île-du-Prince-Édouard, dans l'est. À l'échelle internationale, l'Institut a renforcé son rôle au sein du programme GEMS/EAU et négocié plusieurs nouveaux accords bilatéraux en matière de R et D. Enfin, les scientifiques de l'INRE ont publié plus de 300 articles et rapports de recherche et de données portant sur toutes ces questions et sur de nombreuses autres toutes aussi importantes.

Les compte-rendus qui suivent au sujet des principaux travaux de recherche sont forcément brefs, mais ils démontrent, à mon avis, combien il importe pour notre personnel de viser l'excellence et d'acquérir les nouvelles connaissances pratiques pour répondre aux besoins de la gestion des eaux du Canada. J'espère que ce numéro de RECHERCHES EN COURS permettra à nos collègues, tant au Canada qu'à l'étranger, d'obtenir un aperçu utile des progrès que nous avons accomplis l'an dernier.

DIRECTION DE LA RECHERCHE SUR LES LACS

R.J. Allan, directeur

La Direction de la recherche sur les lacs entreprend des programmes de recherche appliquée afin de permettre une gestion efficace au niveau de la conservation et de la protection des lacs au Canada, des étendues d'eau artificielles et des parties supérieures riches en eau douce des estuaires des principaux cours d'eau. Une grande importance est accordée aux Grands Lacs laurentiens, mais on trouve des sites d'étude dans toutes les régions du Canada.

Des processus limnologiques, et particulièrement les facteurs chimiques, biologiques et physiques qui agissent sur leur vitesse, sont le principal centre d'intérêt de la Direction de la recherche sur les lacs. Les domaines d'étude sont surtout ceux qui ont été touchés par des activités humaines, comme le raffinage et la fabrication de produits pétrochimiques, les usines de pâtes et papiers, l'exploitation minière, la production d'acier et l'urbanisation. L'accent est mis sur l'origine, le devenir et les effets des polluants, comme les produits chimiques organiques toxiques, les métaux, les radionucléides et les éléments nutritifs. L'influence de l'état trophique des lacs sur l'évolution et les effets des produits chimiques toxiques est un important domaine d'intérêt. Selon la nature de ces influences, il peut être nécessaire d'intégrer les programmes actuels de surveillance des éléments nutritifs aux programmes de surveillance des produits chimiques toxiques. Un autre objectif important consiste à quantifier les échanges de substances (produits chimiques, substances nutritives, sédiments, gaz) à travers les interfaces limnologiques telles que les sédiments et l'eau, l'air et l'eau ainsi que les masses d'eau du littoral et du large. La recherche de méthodes pour modifier ces processus d'échange et leurs effets est une haute priorité. Voici une liste de questions particulières qui ont été étudiées:

- les tendances à long terme de la qualité de l'eau;
- les charges externes et internes de polluants;
- les sources, le transport et le déplacement des masses d'eau et de leur charge particulaire;
- la distribution des polluants dans les différents milieux (eau, sédiments, biote, gaz) de la colonne d'eau;
- la distribution des polluants entre l'eau et l'atmosphère;
- l'apport atmosphérique de contaminants et leur évolution;
- l'enfouissement des contaminants dans les sédiments de fond et leur libération subséquente;
- les taux de sédimentation et de remise en suspension;
- le brassage biologique des sédiments;
- la dégradation et la bioabsorption des polluants;
- le transfert dans la chaîne alimentaire par des organismes benthiques de polluants associés aux sédiments;
- l'évaluation de l'état de l'écosystème;
- les répercussions du changement climatique sur la qualité de l'eau;
- le rôle des terres humides dans le changement climatique;
- le potentiel de régénération des lacs et des réservoirs;
- les méthodes de restauration utilisées dans les lacs mêmes;
- la manipulation des chaînes alimentaires aquatiques.

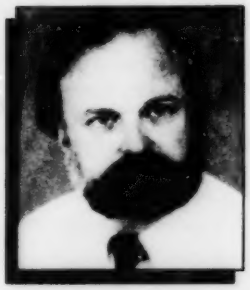
Les comparaisons entre les répercussions écosystémiques prévues par des modèles et celles observées dans de vrais écosystèmes sont une vérification importante des recherches menées par la Direction de la recherche sur les lacs. En effet, le but ultime du programme de recherche est d'offrir des modèles vérifiés de prédiction des conséquences des programmes de surveillance des produits chimiques toxiques donnés.

Les résultats de nos recherches sont utilisés par des organismes nationaux et provinciaux de gestion de l'eau ainsi que par des organismes d'autres pays. La Direction entreprend également des travaux de recherche et de transfert de technologie en vue de l'élaboration de plans d'assainissement pour les 17 secteurs de préoccupation canadiens et binationaux de la région des Grands Lacs. Ces travaux permettent au Canada de respecter ses obligations dans le cadre de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs entre le Canada et les États-Unis.

À la Direction de la recherche sur les lacs, les projets de recherche sont divisés en cinq projets multidisciplinaires : **interactions des substances nutritives et des contaminants; interactions des sédiments et de l'eau; interactions des eaux du littoral et du large;** et **restauration des lacs.** Chaque projet comporte plusieurs recherches individuelles axées sur les objectifs du projet.

PROJET D'INTERACTIONS DES SUBSTANCES NUTRITIVES ET DES CONTAMINANTS

J.H. Carey, responsable de projet



Introduction

Dans le cadre du Projet d'interactions des substances nutritives et des contaminants, les recherches portent sur l'influence de l'état trophique des lacs sur la dynamique et les effets des dépôts atmosphériques sur les lacs. La première phase du projet a permis de confirmer l'hypothèse générale selon laquelle il existe, dans les lacs, un lien entre l'état trophique et la dynamique des contaminants. La plus grande partie des travaux a été effectuée dans une série de lacs, pour la plupart des lacs d'amont, centrés autour d'une station *in situ* près de Bancroft (Ontario). Ces lacs se trouvent dans une région très éloignée de sources ponctuelles de contaminants et qui elle-même est dans une région de transition entre l'assise rocheuse ignée et l'assise rocheuse sédimentaire; on y retrouve donc des lacs de composition chimique différente. Des concentrations de contaminants organochlorés atmosphériques présents dans le zooplancton prélevé dans 33 lacs ont été mesurées. Comme on s'y attendait, les proportions relatives de contaminants dans le zooplancton prélevé dans différents lacs étaient constantes, mais les concentrations dans le zooplancton prélevé dans des lacs d'eau douce oligotrophes étaient plus élevées que celles mesurées dans des lacs d'eau dure mésotrophes. Les chercheurs ont signalé une relation inverse entre la concentration de contaminants dans le zooplancton et la concentration de phosphore total au printemps, c'est-à-dire que plus un lac est oligotrophe plus la concentration de contaminant est élevée. L'hypothèse générale sous-jacente au projet étant maintenant confirmée, les chercheurs s'intéressent présentement aux voies concrètes qui permettent l'établissement de ce lien entre les substances nutritives et les contaminants.

Principaux travaux de recherche

● D'après une étude plus détaillée des données provenant de la série de lacs d'amont près de Bancroft (Ontario), la biomasse planctonique est un facteur important régissant les concentrations de contaminants d'origine atmosphérique dans le plancton des lacs. Des concentrations élevées de contaminants organochlorés ont été mesurées dans la biomasse de lacs à biomasse planctonique faible. Des programmes de surveillance du phosphore permettant une réduction de la biomasse entraîneraient donc une hausse des concentrations de contaminants dans les autres éléments de la biomasse, même si d'autres interactions du réseau trophique peuvent modifier cet effet.

● À un niveau supérieur de la chaîne alimentaire, il semble qu'il y ait un facteur différent qui influe sur les concentrations de contaminants. Une étude des taux de BPC dans la chair du touladi des lacs de l'Ontario a montré l'importance de la complexité de la chaîne alimentaire elle-même. La concentration de BPC dans le touladi augmentait avec la longueur de la chaîne alimentaire. La présence ou l'absence d'organismes planctonophages a semblé être le facteur le plus important. Les concentrations étaient plus élevées dans les lacs fréquentés à la fois par des organismes du genre *Mysis relicta* et des poissons fourrage comme l'éperlan ou des corégonidés, et plus faibles dans les lacs n'abritant pas d'organismes du genre *Mysis* ou de poissons fourrage du large. Ces résultats ont quelques effets évidents en ce qui concerne l'incidence sur les concentrations de contaminants de l'ensemencement des lacs avec des poissons piscivores.

● Une étude du processus de déchloration réductrice de divers contaminants chlorés par des sédiments provenant de lacs à caractères trophique et mictique différent sa montré un profil d'activité similaire à celui obtenu en laboratoire à l'aide d'hématine réduite. Des composés comme le lindane qui réagissent facilement avec l'hématine réduite réagissent aussi facilement dans les sédiments. D'autres composés, comme les BPC et le mirex, n'étaient pas réactifs dans nos expériences. Ces observations sont conformes à nos connaissances sur la persistance de ces composés, et renforcent le point de vue selon lequel la déchloration réductrice joue un rôle important au niveau de la dégradation des contaminants chlorés dans les sédiments. Étant donné que ces réactions se produisent dans des conditions d'anoxie plus fréquentes dans des lacs à productivité élevée, l'état trophique peut être important pour mesurer le taux de dégradation propre à un site.

● La bioconcentration des contaminants dans les organismes dépend de la teneur en lipides de l'organisme. Dans le passé, les lipides ont été considérés comme une phase non polaire homogène, et les concentrations de contaminants ont été mesurées selon les lipides totaux. Des études de la production de lipides

par le phytoplancton et de la teneur en lipides du zooplancton des lacs de la région à l'étude et du lac Ontario ont montré que la composition et la nature de la réserve de lipides peuvent varier énormément. Par exemple, chez le zooplancton dont les lipides totaux sont compris entre 5 et 35 %, la fraction de lipide non polaire variait de 5 à 25 %. Une analyse plus poussée des principales classes de lipides peut permettre d'expliquer certaines questions non résolues sur la bioaccumulation de contaminants dans l'environnement.

● La dégradation photochimique indirecte des contaminants par le biais d'espèces réactives, comme l'oxygène singulet, le peroxyde d'hydrogène et les radicaux superoxyde, peut être une voie importante de disparition de certains contaminants de quelques systèmes aquatiques. Leur concentration d'équilibre qui est fonction du taux de production et de la vitesse de réaction est sans doute le principal facteur agissant sur leur importance. Il a été montré que le taux de production de ces espèces réactives dépendait de l'intensité lumineuse et de la teneur en acide humique de l'eau, mais on a pas étudié les facteurs influençant la vitesse de réaction. Dernièrement, dans une étude sur le taux de production et de désintégration du peroxyde d'hydrogène dans les lacs de la région de la station *in situ*, il a été montré que le taux de dégradation était fonction de l'abondance des bactéries. Celle-ci étant probablement liée à la productivité, la corrélation entre le taux de dégradation d'espèces réactives produites par des moyens photochimiques et le nombre de bactéries peut indiquer un lien auparavant inattendu entre l'état trophique et les voies d'acheminement des contaminants.

● La vitesse de sédimentation étant un facteur important influençant le devenir et la répartition des contaminants persistants dans les lacs, la diminution bien connue mais variable des hydrocarbures planctoniques entre le matériel de sédimentation et les sédiments de fond a montré qu'il faut évaluer la reminéralisation des particules dérivées d'algues et des contaminants associés à l'interface des sédiments. Dans une étude préliminaire sur la composition de la fraction des alcanes saturés dans les sédiments de fond de plusieurs lacs de la région de la station *in situ*, les apports de sources algales et terrigènes étaient évidents. Toutefois, les résultats ont montré que l'importance relative de ces sources varie d'un lac à l'autre. L'apport relatif des algues, tel que déterminé en comparant les concentrations relatives de l'alcane n-C_{17} d'origine algale et de l'alcane n-C_{25} d'origine terrigène, augmente d'après l'ordre croissant suivant des lacs : lac Drag < lac Hicks < lac Jack (figure 1). Il s'agit du même ordre que celui de l'état trophique de ces lacs. D'après les résultats, la productivité des lacs pourrait être un important facteur de mesure de la quantité d'hydrocarbures d'origine algale dans les sédiments. Tant que l'on ne tiendra pas compte des changements diagénétiques de la composition des sédiments, il est peu probable que l'on comprenne les processus régissant la sédimentation des contaminants.

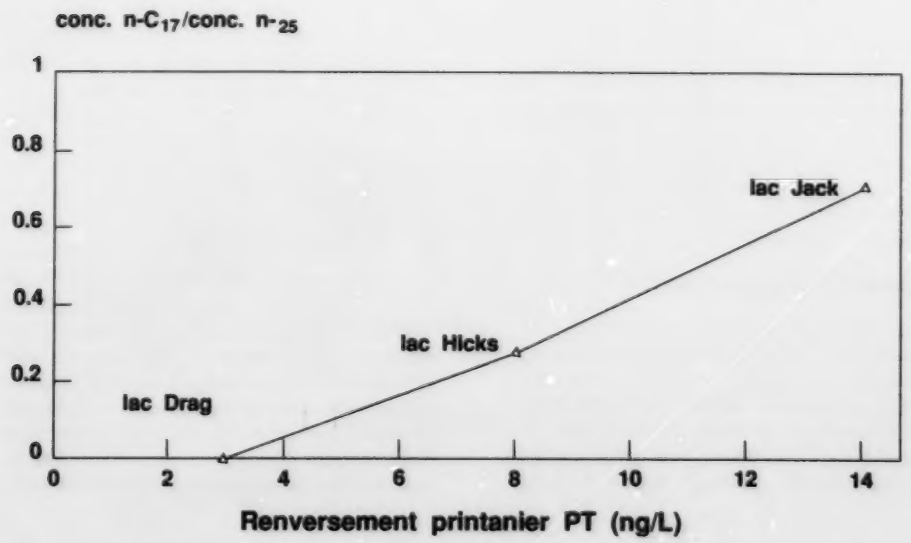


Figure 1. *Rapport entre l'alcane d'origine algale (n-C17) et l'alcane terrigène (n-C25) dans les sédiments lacustres par rapport à la concentration de phosphore lors du renversement printanier, une mesure de l'état trophique.*

PROJET D'INTERACTIONS DES SÉDIMENTS ET DE L'EAU

A. Mudroch, responsable de projet

Introduction

Les sédiments contaminés par des polluants constituent une importante source d'inquiétude sur le plan écologique et économique dans les milieux dulciquoles et marins. Ils sont un problème courant dans la plupart des 42 secteurs de préoccupation canadiens, américains et binationaux des Grands Lacs ainsi que dans de nombreux autres endroits au Canada. Des contaminants associés à des sédiments peuvent migrer dans l'eau interstitielle ou dans la colonne d'eau; ils peuvent également contaminer des organismes aquatiques et produire des effets toxiques ou s'accumuler dans la chaîne alimentaire. Lorsqu'ils sont dans la chaîne alimentaire, des organismes supérieurs, tels les poissons, les espèces animales et végétales et l'homme, peuvent être contaminés. La mise en lumière de la gravité et de l'étendue des effets environnementaux dus aux sédiments contaminés a incité des organismes fédéraux et provinciaux à entreprendre l'élaboration de stratégies de gestion en vue de leur surveillance et de leur élimination.

La gestion des sédiments contaminés exige que l'on définisse le type de polluants ainsi que l'étendue de la contamination. En outre, il faut élaborer des critères normalisés qui serviront à évaluer la qualité des sédiments. À cette fin, il faut une connaissance détaillée de la mobilité, de la biodisponibilité, des incidences biologiques, de l'expression écologique et des interactions à long terme des contaminants dans les sédiments. Pour répondre à ces besoins, le Projet d'interactions des sédiments et de l'eau comprend des recherches particulières pour déterminer et quantifier les processus qui régissent les voies d'acheminement des contaminants des sédiments. L'objectif général du projet est l'élaboration d'un modèle qui peut être utilisé pour la gestion à long terme des sédiments contaminés dans différentes zones du milieu aquatique.

Principaux travaux de recherche

● Les sédiments contaminés sont progressivement isolés du milieu aquatique par des processus naturels de dépôt et d'enfouissement. Toutefois, avant d'être enfouis, ils traversent un cycle dynamique de dépôt et de remise en suspension qui doit être compris parce que les sédiments peuvent servir de source de contaminants. Des études particulières ont été conçues afin de quantifier le transport des sédiments de faible granulométrie au moyen de techniques de marquage dans les eaux du large du port de Port Hope (lac Ontario) et dans la partie supérieure de l'estuaire du fleuve Saint-Laurent. À Port Hope, le transport s'effectuait principalement vers le large ou vers l'est. Dans l'étude du fleuve Saint-Laurent, on a repéré des zones d'accumulation active de sédiments. Des travaux de marquage seront entrepris en vue de déterminer les sources de contaminants. Cette étude est menée en collaboration avec des chercheurs de l'Université du Québec (Montréal) et de l'Université Laval. Dans le cadre d'une autre étude, un marqueur au césium a été utilisé pour étudier la voie de migration de sédiments de faible granulométrie provenant d'une installation d'élimination confinée située dans le port de Whitby. La surveillance se poursuivra au cours de la prochaine année afin de déterminer s'il y a migration de particules de faible granulométrie à partir de ce site.

● Des profils d'isotope du plomb dans les sédiments du lac Ontario près de la rivière Niagara ont été comparés aux évaluations récentes de l'apport de sédiments au lac Ontario en provenance de la rivière Niagara. Il semble, d'après cette comparaison, que la charge annuelle de plomb de la rivière pourrait s'expliquer par la présence du plomb qui sédimente sur une superficie de 440 km^2 chaque année. Dans le cadre d'une autre étude, des dosages des radionucléides dans les sédiments de fond de la rivière des Outaouais montrent qu'au moins la moitié de la radioactivité actuelle dans la rivière est attribuable aux retombées antérieures de radionucléides d'origine atmosphérique. L'autre partie de cette radioactivité provient de sources dans la région de Chalk River. Les taux actuels dans la rivière des Outaouais sont bien en-deçà des Recommandations pour la qualité des eaux au Canada.

● La couche néphéloïde dans le lac Ontario s'est développée au cours de la période de stratification et se compose de particules de SiO_2, de $CaCO_3$ et de matière organique qui se déposent assez lentement pour atteindre des concentrations importantes. Une étude de cette couche a montré que les concentrations de contaminants dans ces particules étaient élevées, et elles sont donc considérées comme un véhicule important des contaminants. En général, les con-

centrations de zinc, de plomb, de cuivre et de BPC étaient beaucoup plus élevées dans les particules de la couche néphéloïde que dans celles des couches supérieures des sédiments de fond du lac Ontario. De plus, des isomères de BPC faiblement chlorés étaient plus courants, par rapport aux composés fortement chlorés, dans les particules de la couche néphéloïde que dans les sédiments. D'après ces deux observations, il semble que les contaminants agissent de façon beaucoup plus marquée sur l'interaction biologique avec la couche néphéloïde que sur l'interaction avec les sédiments.

- Des essais ont été effectués avec des oligochètes tubicoles, variété commune de ver aquatique vivant dans les sédiments, dans le but d'examiner leur potentiel comme organisme d'étude pour mesurer la toxicité des sédiments. Le succès de la reproduction dans différentes concentrations de contaminants a été mesuré afin de servir comme outil d'évaluation. Les résultats indiquent que l'épreuve est répétable, sensible, discriminatoire et qu'elle peut être recommandée comme méthode ordinaire de dosage biologique des sédiments. Les oligochètes sont des organismes courants dans les écosystèmes aquatiques tempérés et ils sont un élément important de la communauté benthique des Grands Lacs, notamment *T. tubifex* qui peut supporter certains niveaux de pollution.

- La quantification du transport des sédiments et des contaminants associés pendant l'hiver a été effectuée dans les trois bassins du lac Érié. Le transport moyen descendant des matières ainsi que la concentration des BPC dans tous les échantillons diminuaient de l'ouest vers l'est (figure 2). La concentration des BPC dans les matières prélevées dans les pièges à sédiments était semblable à celle des sédiments de surface prélevés au même endroit. La même tendance a été relevée dans le cas des concentrations de p,p,-DDE et de p,p-TDP. On a constaté que pendant les mois d'hiver, une charge de 3,1 $g/m^2/j$ de BPC alimentait continuellement les sédiments dans les bassins central et oriental du lac Érié.

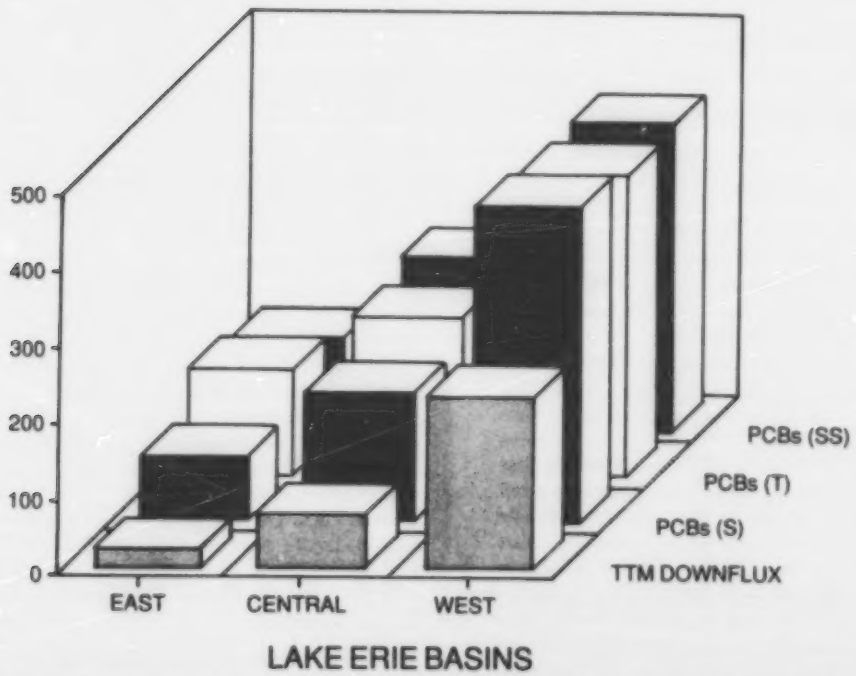


Figure 2. *Flux descendant et concentrations de BPC dans les matières en suspension et les sédiments de fond du lac Érié.*

PROJET D'INTERACTIONS DE L'AIR ET DE L'EAU

W.M.J. Strachan, responsable de projet

Introduction

L'apport atmosphérique de polluants représente le principal moyen par lequel de nombreux métaux et contaminants organiques rémanents atteignent les eaux de surface au Canada. Des études de l'étendue et du mécanisme des processus pertinents continuent d'être le centre d'intérêt primordial du Projet d'interactions de l'air et de l'eau. L'établissement des profils spatio-temporels des dépôts à l'aide de nouvelles méthodes fait également partie de ces études. De plus, l'équipe participe aux efforts préliminaires de mise sur pied d'un réseau de surveillance mondial chargé de mesurer les apports atmosphériques à l'échelle continentale et hémisphérique.

Les recherches sur les interactions de l'air et de l'eau touchant les changements climatiques sont également un volet important du projet. La modélisation des rapports entre les différents paramètres relatifs à la qualité de l'eau et ceux de la qualité de l'air et du climat est une activité permanente. La production de méthane (CH_4) dans les terres humides au voisinage de la baie d'Hudson et les incidences possibles que les changements pourraient avoir sur le climat mondial sont les nouveaux sujets d'intérêt.

Principaux travaux de recherche

● Par le biais d'une entreprise de collaboration entre l'Université de Stockholm et le projet d'interactions de l'air et de l'eau, les chercheurs ont découvert que les aiguilles du pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) permettent de surveiller les produits chimiques organiques persistants d'origine atmosphérique qui sont déposés à la surface des terres et de l'eau. Une étude des aiguilles de pin liées à une "pulvérisation" de DDT en Europe a montré que le transport aérien, le dépôt et l'incorporation de ce pesticide dans les aiguilles atteignaient des zones situées jusqu'à 1 500 km de la zone d'application (figure 3). Par contre, les BPC présentaient un profil propre à un produit chimique répandu à l'échelle mondiale et réparti uniformément dans l'atmosphère. Le profil du lindane et de son isomère, l'α-HCH, par contre, montrait la présence d'une source située dans le sud de la France et à laquelle se superpose une distribution mondiale. L'étude des aiguilles de pin âgées d'au moins cinq à six ans a permis de relever des différences au niveau des profils annuels. Des plans sont en cours en vue d'étudier l'utilisation de cette technique au Canada.

● Une étude multidisciplinaire sur les terres humides du Nord a été préparée en vue d'un programme régional poussé en 1990-1991. L'objectif de ces travaux était de mieux comprendre le rôle des terres humides du Nord comme sources et puits de gaz d'origine naturelle qui peuvent participer au changement climatique mondial. Les principaux gaz comprennent le CH_4 et le CO_2 en particulier, mais aussi le N_2O, le NO_x et plusieurs gaz de produits organiques volatils. La collaboration internationale entre les organismes gouvernementaux canadiens et américains et les universités canadiennes porte sur les basses-terres de la baie d'Hudson où des études préliminaires et une reconnaissance ont eu lieu au cours de la dernière année. Des stations *in situ* et une fréquence d'échantillonnage ont été déterminées en vue d'établir les gradients des flux de CH_4 pour plusieurs des différents types de terres humides. On a également effectué des vols préliminaires afin de déterminer les gradients des concentrations de CO_2 au-dessus du sol. On a aussi décrit des exigences de modélisation et de régimes d'échantillonnage pour valider les modèles. Des données préliminaires seront utilisées afin de mieux définir les études pendant la campagne sur le terrain de 1990.

● On a mené des recherches sur les sources de pesticides observés dans différentes régions de l'Arctique et sur les phénomènes qui les ont entraînés là. En 1989, des lacs de l'Arctique ont été échantillonnés dans le cadre d'un effort visant à déterminer l'évolution des contaminants dans la neige. Les données obtenues montrent clairement que la plus grande partie de la charge de contaminants pénètre dans les lacs avec l'eau de fonte des neiges et demeure dans l'eau pendant les périodes hivernales subséquentes. Des concentrations d'hexachlorocyclohexanes (lindane et α-HCH) dans le lac Sophia, par exemple, étaient plus élevées que celles relevées dans les Grands Lacs. De la même façon, dans le lac Hazen, lac le plus au nord, on a relevé des concentrations et des proportions d'hexachlorocyclohexanes comparables à celles du lac Ontario.

● On a entrepris des études des métaux-traces pour élaborer des méthodes permettant de mesurer les concentrations réelles de ces éléments dans les eaux superficielles en utilisant

des installations ultra-propres. Les données actuelles sur les métaux-traces dans les Grands Lacs, par exemple, ne sont pas fiables à cause de la contamination des échantillons au moment de leur prélèvement et (ou) de leur analyse. Les résultats préliminaires obtenus dans les installations ultra-propres au moyen de procédés non contaminants montrent que les concentrations moyennes de plomb dans les eaux du large des lacs Ontario et Érié sont respectivement de 30 et de 77 picomol/kg, valeurs qui sont d'ordres de grandeur inférieurs à ceux déjà signalés. Des concentrations de cuivre, de nickel et de zinc sont également plusieurs fois inférieures à celles signalées ailleurs. Ces résultats ont des effets importants en ce qui concerne les vues actuelles sur les cycles des métaux-traces dans l'environnement et leur bioaccumulation dans les eaux douces.

● Des modèles de circulation lacustre et de flux d'énergie superficielle ont été étudiés au niveau de leur aptitude à reproduire une période exceptionnellement chaude dans le lac Érié (novembre 1982 à octobre 1983). Les modèles ont sous-estimé la température de 10 à 15 % pour la période la plus froide de l'hiver et la période la plus chaude de l'été. Cette sous-estimation a été imputée à une élévation du point de rosée, à une pression atmosphérique élevée et à une réduction de la nébulosité et de la vitesse du vent. Le succès général des modèles a été considéré comme une justification permettant d'accepter les prévisions sur les conséquences du réchauffement du globe sur le lac, notamment de l'étendue de la couverture de glace, la disparition précoce de la barre thermique, l'épaisseur de la thermocline saisonnière et la durée de la période de stratification.

● Des carottes de sédiments prélevées dans des lacs des Territoires du Nord-Ouest, de l'Alberta, de la Saskatchewan, du Manitoba et de l'Ontario ont été datée au moyen du Pb^{210} et à l'aide d'*Ambrosia* sp. et du pollen de chardon de Russie comme marqueurs d'horizon. L'identification et la numération des carapaces d'ostracodes dans ces carottes a permis de déterminer la qualité de l'eau à différentes périodes, et dans le cas de lacs où l'apport atmosphérique prédomine, le climat correspondant. Ces interprétations remontent à plusieurs milliers d'années et fournissent des dates approximatives qui peuvent être utilisées dans les modèles de changement climatique à l'échelle du globe.

● L'élaboration de modèles sur l'effet des interactions de l'air et de l'eau sur les concentrations de contaminants organiques persistants dans des systèmes aquatiques se poursuit. Un ensemble de données pour un petit bassin versant bien décrit (lac Little Turkey, au nord de Sault Ste. Marie (Ontario)) a été recueilli et il est utilisé pour vérifier un modèle comportant des composantes hydrologiques aussi bien que chimiques et météorologiques. Un ensemble de données plus ambitieux pour le lac Ontario est en préparation.

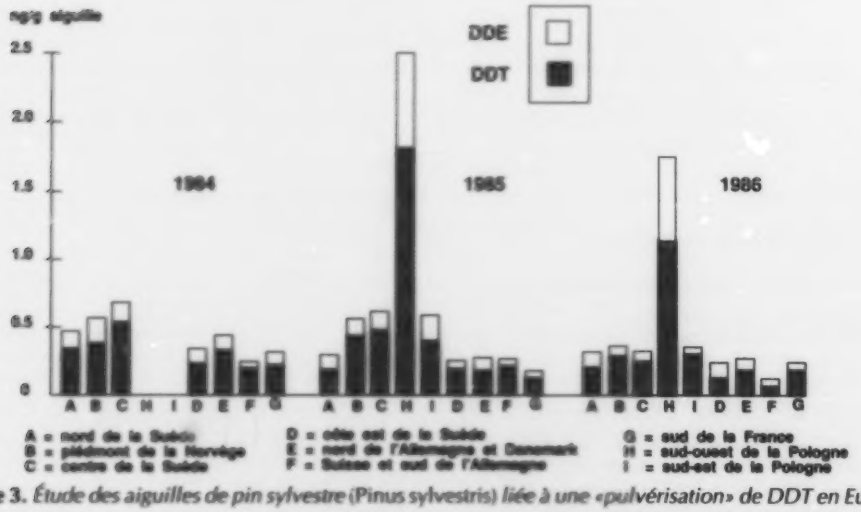


Figure 3. *Étude des aiguilles de pin sylvestre* (Pinus sylvestris) *liée à une «pulvérisation» de DDT en Europe.*

PROJET D'INTERACTIONS DES EAUX DU LITTORAL ET DU LARGE

K.L.E. Kaiser, responsable de projet

Introduction

Les recherches entreprises dans le cadre du Projet d'interactions des eaux du littoral et du large ont pour but d'étudier les voies d'acheminement des contaminants, leur devenir et leurs effets dans les Grands Lacs aussi bien que dans les principaux cours d'eau du Canada et leurs estuaires. Le projet regroupe des spécialistes en chimie, en physique, en modélisation, en statistiques et en limnologie.

Bon nombre des problèmes actuels de pollution se trouvent dans des zones présentant une complexité physique et biologique comme les ports et les baies des Grands Lacs et les grands cours d'eau du Canada avec leurs tronçons lacustres associés et leurs estuaires. Afin d'évaluer les effets de la pollution dans ces zones, il faut concevoir des programmes de recherches multidisciplinaires, comprenant des expériences pratiques exhaustives, des expériences en laboratoire et des modélisations. L'année dernière, le Projet d'interactions des eaux du littoral et du large a amené un grand nombre de chercheurs à se pencher sur l'évaluation des problèmes des contaminants dans les eaux de la région de Toronto, le déversoir du lac Ontario, tout le fleuve Saint-Laurent et l'estuaire du Fraser. En plus de ces études propres à un site, les responsables du projet ont continué d'analyser les variations de la qualité de l'eau des Grands Lacs que l'on retrouve dans tous les ensembles de données sur les lacs recueillis par la Direction de la qualité des eaux. Des progrès ont été réalisés également, au niveau des techniques pour mesurer le flux de sédiments, dans des rapports quantitatifs d'activités et de structure pour des classes de produits chimiques et des analyses statistiques des ensembles de données obtenus au moyen de différentes méthodes et limites de détection.

Principaux travaux de recherche

- Le modèle TOXFATE pour la détermination du devenir des contaminants a été combiné au modèle hydrodynamique RAND pour décrire le devenir des contaminants qui entrent dans le lac Ontario en provenance de sources situées dans la région de Toronto. D'après les données recueillies à la fin des années 1980, les apports de contaminants organiques de la région de Toronto représentent entre 0,5 et 25 % de la charge polluante de la rivière Niagara. Toutefois, étant donné que des mesures de surveillance et des programmes de réduction des contaminants pour la rivière Niagara sont appliqués, les charges polluantes pour le lac provenant d'autres sources deviendront relativement plus importantes.

- Le mouvement de l'eau dans le bassin de Kingston dans le lac Ontario est dominé par l'écoulement hydraulique vers le fleuve Saint-Laurent; toutefois, on observe également un mouvement superposé induit par le vent. Les trajectoires de dérivation lagrangienne montrent que 55 % environ du débit total au delà de l'île Wolfe passe par le chenal du sud. Les estimations de la charge polluante de certains produits chimiques du fleuve Saint-Laurent ont été effectuées en combinant les données sur le transport aux données sur la concentration des contaminants pour cette région.

- Les registres sur la qualité à long terme de l'eau pour le lac Ontario ont été mis à jour pour les saisons de 1986 à 1989. Les résultats montrent une baisse continue des teneurs en phosphate réactif soluble à environ 3 µg/L en mars et avril 1989 (figure 4). Cette valeur est environ cinq fois moindre que les teneurs enregistrées au milieu des années 1970. Cette faible teneur peut influencer la production primaire et la composition du réseau trophique au point de pouvoir modifier les pêches et le cycle des contaminants.

- Les résidus de BPC dans le biote et les sédiments constituent l'une des plus importantes concentrations de contaminants organochlorés dans le fleuve Saint-Laurent. Environ 50 % de la charge de BPC pénètre dans le fleuve par le lac Ontario, le reste provenant du bassin fluvial. D'importantes régions émettrices de BPC se trouvent à proximité de Cornwall, de Massena, de Montréal et de Trois-Rivières, ainsi que dans les lacs Saint-Louis et Saint-Pierre.

- La contamination par les BPC de trois des plus abondantes espèces de poissons fourrage de la partie supérieure de l'estuaire du Saint-Laurent a été étudiée en collaboration avec des chercheurs de l'Université Laval. Ces derniers ont relevé chez l'éperlan, le poulamon et le capelan des teneurs en BPC supérieures à la norme de 0,1 ppm visée pour la qualité de l'eau pour la protection de la faune piscivore du bassin des Grands Lacs. Une bioaccumulation préférentielle de certains congénères a

également été observée. Le profil de bioaccumulation était semblable à la contamination par les BPC observée chez les bélugas de l'estuaire, mais les concentrations étaient toutefois beaucoup plus élevées chez les cétacés.

● Une méthode simple de modélisation du coin salé du Fraser a été élaborée au moyen de la théorie de la propagation des vagues par gravité interne. D'après une comparaison des intrusions salines maximales observées et prévues, il existe divers degrés de précision. Les résultats obtenus avec le modèle sont bons dans des conditions de débit élevé et moyen, mais il y a sous-estimation des excursions lorsque le débit est faible dans le bras principal du Fraser. Les prochains travaux seront axés sur l'intégration de ce modèle à un modèle unidimensionnel pour l'étude des marées élaboré à l'Institut des sciences de la mer à Sidney (C.-B.).

● Un capteur de pression, un thermomètre à haute vitesse, un transmissomètre optique et un conductimètre ont été ajoutés à un courantomètre ordinaire. Cet appareil permet de mesurer le flux horizontal de sédiments et sa variabilité dans les estuaires. Il est désigné sous le nom de profileur pour le transport des sédiments estuariens (PEST). Les données obtenues par PEST permettront de déterminer les voies de migration et les flux des contaminants lipophiles qui sont adsorbés de façon prédominante aux particules dans la colonne d'eau.

● Des corrélations inter-spécifiques de la toxicité de produits chimiques simples à différentes espèces aquatiques et non aquatiques, notamment des bactéries, des algues, des organismes zooplanctoniques, des poissons et des mammifères, montrent une importante colinéarité pour une plage de toxicité molaire atteignant huit ordres de grandeur. Ces résultats seront utiles pour la prévision des effets de nouveaux produits chimiques et l'élaboration de normes et de lignes directrices pour des contaminants connus.

● Les analyses statistiques des données sur la surveillance des cours d'eau ont été améliorées, plus particulièrement en ce qui concerne une précision accrue, la séparation des effets des modifications apportées à la méthode analytique, la variabilité saisonnière et l'analyse des tendances.

● Les travaux se poursuivent sur les analyses statistiques des données sur les contaminants de la rivière Niagara. Les méthodes antérieures de remplacement des valeurs non décelables par des valeurs choisies arbitrairement entre zéro et le seuil de détection donnaient des résultats biaisés. Les recherches permettent maintenant de calculer ces erreurs, et donc de rendre plus précise l'interprétation des données.

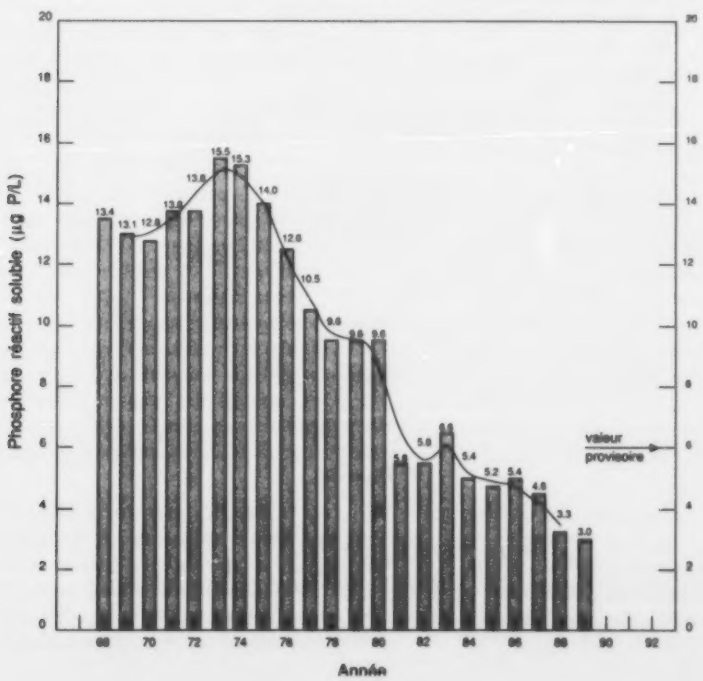


Figure 4. *Valeurs moyennes du phosphate réactif soluble (concentrations exprimées sous forme de µg/L de phosphore) dans les premiers vingt mètres des eaux du large du lac Ontario. Les données couvrent la période de mars à avril, de 1968 à 1989, avec une courbe lissée des tendances. On peut voir une baisse brusque depuis le pic de 1973 jusqu'en 1989.*

PROJET DE RESTAURATION DES LACS

M.N. Charlton, responsable de projet

Introduction

L'objectif du projet est d'offrir le savoir-faire, des avis, des données et des méthodes en vue de la remise en état des lacs et de la gestion des polluants. En 1989-1990, les recherches ont visées à soutenir l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs, et notamment, sur l'élaboration de Plans d'assainissement préparés pour les «secteurs de préoccupation» déterminés par la Commission mixte internationale, et l'évaluation des effets des sédiments contaminés et des options possibles d'assainissement.

Principaux travaux de recherche

● D'après une réduction des éléments nutritifs évaluée à 50 % à l'usine d'épuration de Hamilton, les concentrations estivales de phosphore, d'oxygène et d'ammoniac dans le port de Hamilton ont à peine changé, mais il y aurait une amélioration au niveau de la transparence et des populations d'algues (figure 5). Il faudra diminuer les apports de polluants d'autres sources, y compris celles des usines d'épuration de Dundas et de Skyway, si l'on veut abaisser d'une façon générale les concentrations de phosphore dans le port. À Cootes Paradise, la transparence de l'eau ne s'est pas améliorée malgré l'apport réduit de matières en suspension de l'usine d'épuration de Dundas. Cette situation est attribuable à la charge élevée de matières en suspension exportées par des affluents et provenant de la remise en suspension des sédiments de fond dans les eaux peu profondes de l'anse. On a utilisé un système d'information géographique (SIG) pour établir les possibilités d'amélioration de l'habitat du poisson dans le port de Hamilton grâce à une nouvelle colonisation des zones plus profondes par des herbes aquatiques qui ont séchées à cause de l'ombre créée par des sédiments en suspension. Des informations bathymétriques ont été associées à des données sur l'augmentation de la transparence, prévue en réponse à des baisses de la charge en éléments nutritifs, afin de prévoir une augmentation de 70 % de l'habitat du poisson.

● Des études sur la contamination par le goudron de houille du port de Hamilton ont montré que la zone contaminée contient plus de 70 000 m^3 de matières dont les concentrations en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sont supérieures à 200 µg/g. Ces sédiments contiennent des quantités visibles de goudron, et les chercheurs ont constaté qu'ils présentaient une toxicité aiguë pour le zooplancton, les éphémères, les bactéries et les poissons. Les travaux ont porté sur la délimitation de la zone contaminée et l'élaboration de critères en vue d'orienter les activités d'élimination.

● L'effet de concentrations élevées de fer dans les précipitations et de la retenue de phosphore dans le port de Hamilton a été étudié en comparant les concentrations de phosphore total et de phosphore soluble dans les prises d'eau et les exutoires d'une aciérie. On a observé aucun changement important entre ces deux valeurs, ce qui donne à penser qu'il est possible que les formes de fer dans les effluents de l'aciérie (wüstite et hématite) ne sont pas très actives dans les réactions des précipitations.

● Selon un relevé portant sur la contamination par les BPC dans le port de Hamilton, il n'y a pas de source ponctuelle importante de contamination, notamment de la part des usines d'épuration. Ces résultats sont surprenants parce que les usines d'épuration sont considérées comme des réseaux de collecte de BPC atmosphériques rejetés dans les zones urbaines et de sources industrielles dans le bassin hydrographique des villes. Les concentrations de BPC dans le port aussi bien que dans les effluents et les usines d'épuration s'élèvent à environ 20 ng/L, valeur de 5 à 10 fois plus élevée que dans le lac Ontario. La remise en suspension des sédiments peut être responsable du maintien des concentrations de BPC dans le port.

● Des travaux préliminaires de dénitrification des sédiments dans le port de Hamilton ont été entrepris en 1989 en collaboration avec l'Université McGill. Il semble que le taux de dénitrification, mesure de l'activité microbienne dans les sédiments, diminue dans les sédiments à forte teneur en métaux et en polluants organiques. Ces travaux peuvent conduire à un indice direct de toxicité des sédiments qui pourrait remplacer les épreuves indirects actuelles effectuées sur les organismes avec de l'eau interstitielle.

● Des recherches menées dans la baie de Quinte, un autre secteur de préoccupation, ont portées sur l'accumulation d'éléments nutritifs et de produits chimiques organiques dans les sédiments. La fraction d'origine anthropique du phosphore emmagasiné a été mesurée dans le

cadre de ces études. À partir de ces données, les chercheurs ont déterminé que dans la partie supérieure de la baie, la plus grande partie du phosphore provenant de rejets permanents des usines d'épuration est rapidement recyclée. Par contre, le phosphore emmagasiné dans les sédiments, dans le même secteur, n'était pas libéré au même rythme, ce qui porte à croire qu'il faudra surveiller davantage le phosphore dans les usines d'épuration.

- Il faut des informations sur les sédiments du littoral à des fins de planification liée à l'érosion des berges et à l'effet de la fluctuation du niveau des lacs. Plusieurs études, notamment des bilans plus poussés de sédiments côtiers établis à l'aide du SIG et l'effet des propriétés géologiques du substratum rocheux sur l'érosion de la rive nord du lac Érié, ont été parachevées en 1989-1990.

- Des pièges à sédiments ont été placés dans des stations de la partie est du lac Ontario et à plusieurs endroits dans le fleuve Saint-Laurent jusqu'au lac Saint-François afin de prélever des échantillons pour le dosage des BPC. Les concentrations les plus élevées de BPC dans les sédiments du fleuve ont été enregistrées au large de Massena (New York), et en aval du lac Saint-François. Les concentrations étaient plus élevées dans la partie est du lac Ontario, mais elles étaient semblables à celles de certains échantillons prélevés au milieu du lac Ontario.

- Les études sur les techniques de remise en état dans les petits lacs se sont poursuivies. L'équipement pour l'oxygénation du lac Amisk (Alberta) a été perfectionné ce qui a permis de maintenir la concentration d'oxygène à 8 mg/L. Avant l'oxygénation, les concentrations chutaient souvent à zéro. Des équipes de l'Université de l'Alberta et du ministère de l'Énergie et des Richesses naturelles de l'Alberta visent à déterminer les réactions du système. Dans le cadre d'un autre projet de remise en état, un petit appareil de dragage rentable a été mis au point et il sera utilisé dans le lac Chain (C.-B.). L'appareil élimine jusqu'à 16 m^3 de matières par heure (28 % de sédiments) et son coût est de 10 000 $.

- L'élaboration de méthodes de datation et de cartographie des sédiments a été entreprise dans le cadre du Projet de restauration des lacs. Les résultats préliminaires d'une étude de collaboration avec l'Université McMaster montrent que la vulnérabilité magnétique peut être utile pour la datation par des méthodes non destructives des carottes de sédiments. Une méthode acoustique de cartographie de la stratigraphie des sédiments a été mise au point et elle permettra de mesurer à distance l'épaisseur de la couche de sédiments déposés récemment.

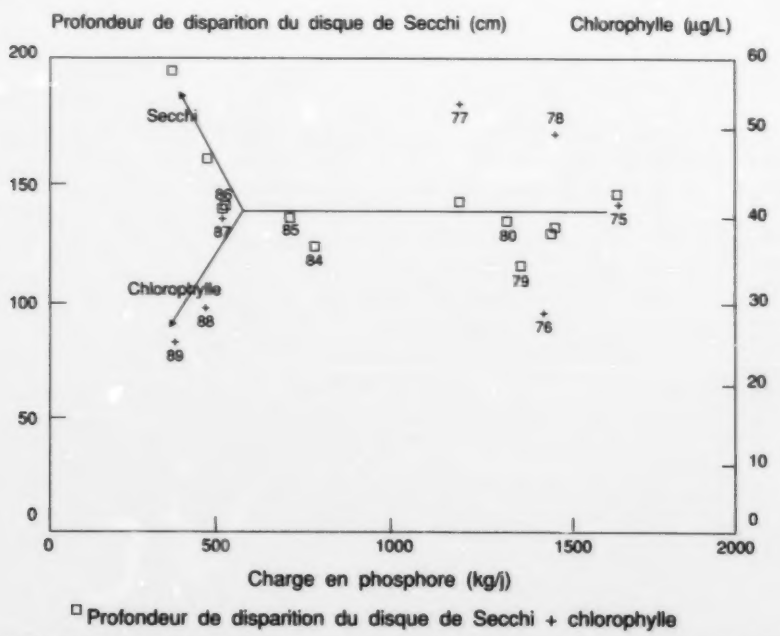


Figure 5. *L'effet de la charge de phosphore sur la profondeur du disque de Secchi et les concentrations de chlorophylle dans le port de Hamilton.*

DIRECTION DE LA RECHERCHE SUR LES COURS D'EAU

E.D. Ongley, directeur

La Direction de la recherche sur les cours d'eau effectue des recherches appliquées sur les cours d'eau et les bassins versants au Canada, et elle conseille sur une vaste gamme de questions liées aux ressources en eau dans ces derniers. La gestion des ressources en eau au Canada s'effectue en tenant compte des interactions entre la terre et l'eau. Les cours d'eau sont le site d'une multitude d'activités anthropiques associées à des sources ponctuelles comme les effluents des installations municipales et industrielles, et à des sources non ponctuelles comme les dépôts atmosphériques, les eaux souterraines, les produits chimiques utilisés en agriculture et le ruissellement urbain; ils assimilent également les effets de toutes ces sources de contamination. C'est principalement par les cours d'eau que les effets de ces sources de pollution se transmettent jusqu'aux principaux lacs et aux océans.

La Direction cherche à comprendre les rapports complexes entre les interactions d'ordre physique, biologique et chimique dans les cours d'eau et les bassins hydrographiques. Ces connaissances sont nécessaires afin d'atteindre les objectifs du gouvernement fédéral en matière de gestion des ressources en eau et solutionner les problèmes actuels et futurs qui ont des effets au niveau national et international. La Direction s'efforce aussi de saisir les occasions d'améliorer la compétitivité des industries environnementales canadiennes, à la fois par les résultats des transferts en recherche et développement et par l'utilisation de ses contacts internationaux afin de connaître les débouchés commerciaux pour l'industrie canadienne. La recherche et les activités concernant le transfert de technologie se sont développées d'un océan à l'autre et comprennent différents domaines comme :

- la contamination des eaux souterraines dans l'Atlantique canadien;
- la contamination par des hydrocarbures dans les rivières du Nord;
- l'évaluation de la contamination par des pesticides;
- les effets des précipitations acides et l'évaluation d'options de réduction au Québec et dans l'Atlantique canadien;
- l'utilisation de systèmes experts pour étudier l'évolution des contaminants dans des cours d'eau de l'Ontario et de la Colombie-Britannique;
- des protocoles de surveillance de la qualité de l'eau dans les provinces des Prairies;
- les problèmes d'hydraulique et de transport des sédiments à plusieurs endroits;
- la recherche et le développement en écotoxicologie et les problèmes de santé publique.

Les chercheurs de la Direction font partie de commissions, d'associations et de comités tant nationaux qu'internationaux, et ils participent à des négociations nationales et internationales sur la réglementation. Les chercheurs sont invités par des agences de développement canadiennes et internationales et par des organismes scientifiques à participer à des missions de collaboration et de consultation partout dans le monde. Ils sont aussi rédacteurs, présidents de conférence et organisateurs d'activités internationales dans des domaines variés. De plus, plusieurs sont professeurs auxiliaires dans des universités canadiennes et étrangères.

Les travaux de la Direction sont répartis dans cinq projets de recherche : **la modélisation des cours d'eau; les contaminants et les pesticides; le transport à grande distance des polluants aéroportés (TGDPA); l'écotoxicologie; la contamination des eaux souterraines**. Les projets favorisent la recherche multidisciplinaire tout en préservant le niveau de compétence acceptable dans chaque discipline. Les chercheurs participent souvent à plus d'un projet et tout projet peut procurer le savoir-faire et les compétences nécessaires à un autre projet.

PROJET DE MODÉLISATION DES COURS D'EAU

S. Beltaos, responsable de projet

Introduction

Les recherches menées dans le cadre du Projet de modélisation des cours d'eau portent principalement sur les processus physiques dans les cours d'eau et les bassins versants, les interactions avec les problèmes liés à la qualité de l'eau et les répercussions relatives aux ressources en eau. On s'intéresse surtout aux processus de ruissellement, au transport des contaminants dans les cours d'eau, à la télédétection des paramètres liés à la qualité de l'eau et aux phénomènes de formation de la glace dans les cours d'eau. Des travaux de recherche interdisciplinaire sont courants, et ils sont effectués en général de concert avec d'autres projets.

Principaux travaux de recherche

● Les eaux de ruissellement d'origine agricole sont une importante source non ponctuelle de pollution. Ce genre de pollution est caractérisé par le transport de sédiments et de résidus de produits chimiques provenant du ruissellement de surface et de l'écoulement souterrain de zones agricoles. Une étude du ruissellement des eaux agricoles a été entreprise en 1989 dans le bassin hydrographique de Nissouri (Ontario). Des instruments y ont été installés pour recueillir des échantillons d'eau en vue d'analyses chimiques et pour mesurer des paramètres hydrologiques. D'après les résultats préliminaires, le tiers du phosphore présent dans les eaux de ruissellement est associé à des particules.

● Le devenir de nombreux contaminants dans les cours d'eau dépend du transport hydrodynamique des sédiments à granulométrie fine et de leur devenir, processus compliqué par la floculation qui modifie leurs propriétés érosives et sédimentaires selon des manières encore mal comprises. Ce problème est traité dans le cadre de plusieurs études en cours. Afin de mesurer la taille des flocs de sédiments, un appareil de pointe au laser (analyseur de la granulométrie des particules de type Malvern) a été acquis et adapté à des fins expérimentales et pratiques. L'appareil fait appel à des techniques optiques permettant de mesurer la distribution *in situ* des diamètres des particules dans un volume témoin de liquide de manière non perturbatrice (figure 6). En outre, on a installé au cours de l'année, un bassin circulaire de cinq mètres de diamètre, conçu spécialement pour étudier des processus associés à des sédiments de granulométrie fine. Ce diamètre important permettra de réduire au minimum les courants secondaires qui se développent en général dans l'écoulement autour des coudes, et donc, de mieux évaluer les conditions dans un canal droit et très long. Dans le cadre d'une étude simultanée, des expériences menées dans un bassin circulaire de plus faible diamètre (2 m) semblent indiquer que la vitesse de sédimentation des sédiments de granulométrie fine diminue lorsque la température de l'eau augmente, condition attribuable sans doute aux propriétés changeantes du floc.

● Le dernier d'une série d'appareils de surveillance de la qualité de l'eau, désigné sous l'acronyme MOMS (multi-spectral optical monitoring system/système de surveillance optique multi- ou monospectrale), vient d'être mis au point, et des essais sur le terrain ont été entrepris. Cet appareil permet une surveillance permanente automatique des concentrations de sédiments lorsque l'eau s'écoule au-delà d'un point déterminé dans un cours d'eau. Des essais limités sur le terrain ont confirmé la faisabilité de cette méthode et ont incité l'apport de certaines modifications au niveau de la conception de l'instrument et de la stratégie d'échantillonnage.

● Une activité importante de la Direction porte sur le transport et le devenir des hydrocarbures dans la partie inférieure de la rivière Athabasca et plus en aval (c'est-à-dire le lac Athabasca, la rivière de la Paix et la rivière Slave). Deux entreprises, la Suncor et la Syncrude, s'occupent présentement de l'exploitation, de l'extraction et de la valorisation du bitume des sables bitumineux de l'Athabasca. Une troisième entreprise (OSLO) a été proposée. La participation à cette étude de cinq ans, appuyée par le Groupe fédéral de recherche et de développement énergétique, se résumait en grande partie à la réalisation de deux études de reconnaissance (août 1989 et mars 1990). L'analyse chimique des échantillons d'eau est actuellement en cours. Les échantillons de poisson ne contenaient aucun composé ou métabolite provenant de l'exploitation des sables bitumineux.

● La formation d'embâcles et les inondations qui s'en suivent sont un phénomène courant au moment de la fonte des neiges et des crues printanières, mais nos connaissances sont limitées sur la façon de les prévoir, de les prévenir ou de les atténuer. Ce problème a été

abordé dans le cadre d'une étude permanente comprenant la collecte de données sur le terrain et des recherches en laboratoire. Un modèle mathématique (RIVJAM) a été élaboré afin de prévoir la forme des embâcles et les niveaux d'eau associés dans des cours d'eau naturels. L'application à des données pratiques provenant de la rivière Ristigouche, obtenues avec la collaboration du ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick, a montré un bon rendement du modèle dans des conditions d'engravement important, situation qui n'a pas été quantifiée auparavant.

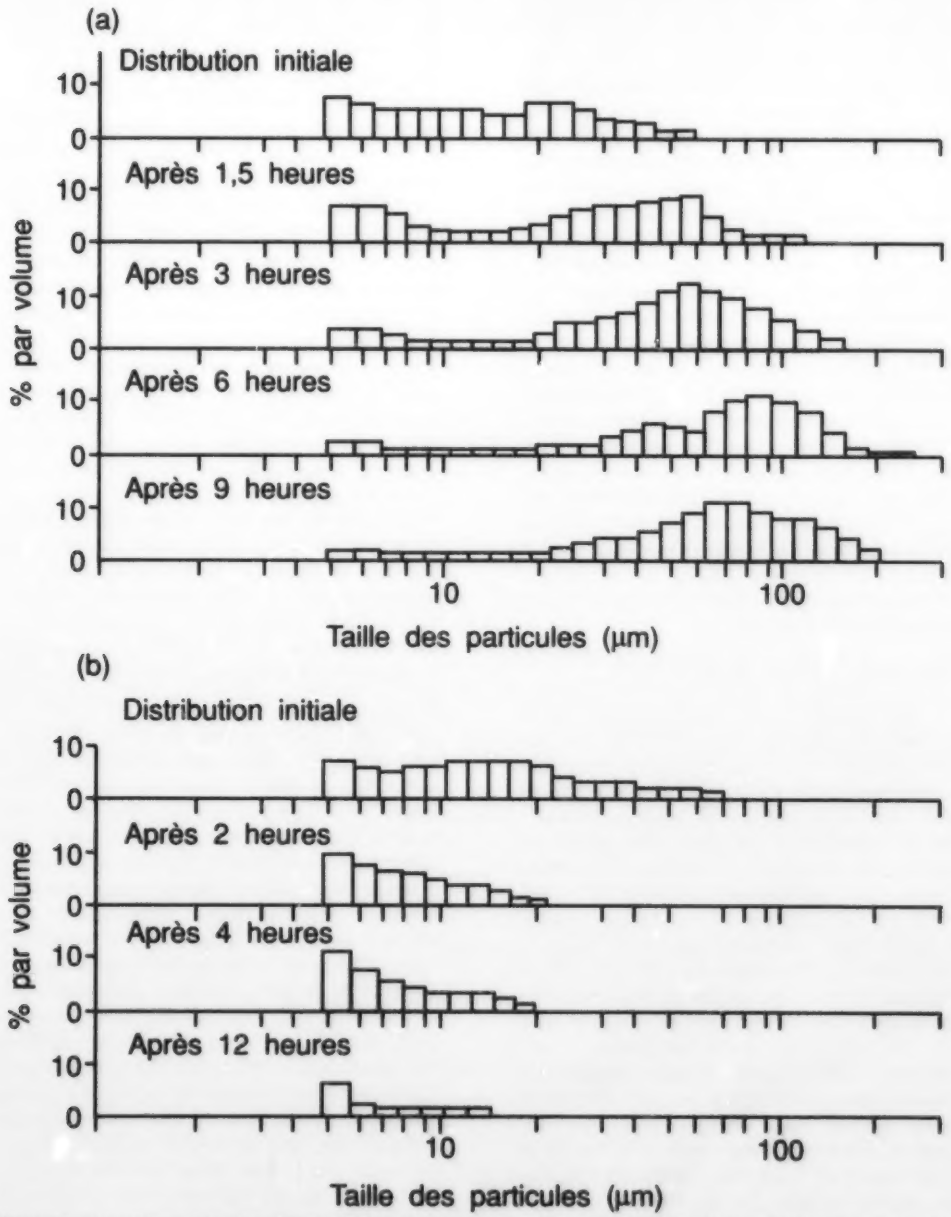


Figure 6. *Répartition des diamètres à l'aide de l'analyseur de granulométrie de type Malvern : a) pendant le dépôt du floc et b) pendant le dépôt d'un grain unique.*

PROJET DES CONTAMINANTS ET DES PESTICIDES

R.J. Maguire, responsable de projet

Introduction

Le projet des contaminants et des pesticides a pour objectif général d'acquérir des connaissances pour qu'Environnement Canada puisse évaluer les dangers relatifs aux produits chimiques toxiques libérés dans le milieu aquatique. Les dangers que présentent un produit chimique pour les organismes dans l'eau ou dans les sédiments dépendent de sa concentration, de sa toxicité et de sa persistance. Les sujets de recherche sont choisis de différentes façons. Parmi ceux-ci, on peut mentionner des lacunes dans les documents scientifiques relativement à un phénomène particulier (p. ex., la formation de résidus de pesticides apparemment impossibles à extraire, et qui sont néanmoins accessibles aux organismes qui se nourrissent sur les fonds, et l'utilité de l'analyse de la bile de poisson comme indicateur de l'exposition à des pesticides assez hydrosolubles). Des produits chimiques peuvent déjà figurés sur des listes de substances d'intérêt prioritaire pour l'évaluation des dangers (par ex., dans le cadre de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* ou la *Loi sur les produits antiparasitaires*), ou l'utilisation intensive d'un produit chimique ou la production de certains déchets peuvent être des sources de préoccupation régionale.

Principaux travaux de recherche

● Au Canada, la deltaméthrine, insecticide puissant, peut être appliquée sur différentes cultures. Il n'est pas souhaitable que des cours d'eau et des étangs situés à proximité de champs traités avec ce produit soient contaminés en raison de sa très grande toxicité pour les organismes aquatiques. Les premières études sur la persistance et le devenir de la deltaméthrine dans l'eau n'ont pas établi de différence entre ses isomères. Il existe huit stéréoisomères possibles de la deltaméthrine. Une description complète de la persistance et du devenir de ce pesticide dans des eaux naturelles doit comporter une analyse de sa capacité d'isomérisation. Une chromatographie liquide à haute performance des espèces optiquement actives a montré que la deltaméthrine, dans des eaux naturelles, est soumise à une isomérisation cis/trans entraînant la formation de l'isomère 2'-deltaméthrine, qui est inactif contre les puces d'eau (*Daphnia magna*), les mouches et les souris. Toutefois, l'irradiation de la deltaméthrine par le soleil dans des eaux naturelles a entraîné la formation des isomères 2' et 4' qui sont inactifs ainsi que de l'isomère 3 qui est actif. L'isomérisation de la deltaméthrine dans des eaux naturelles n'est donc qu'une étape de détoxication partielle.

● Une méthode de polarographie différentielle à impulsions a été mise au point afin de doser la métallothionéine dans le tissu des moules. La limite de détection de 1 ng/g convient dans le cadre de l'étude de production induite attribuable à une exposition au métal dans des cours d'eau contaminés. Des expériences en laboratoire ont montré une bonne corrélation entre l'induction de la métallothionéine et l'exposition au cadmium, au cuivre et au zinc.

● Une étude de la dégradation microbienne du 2,4-dinitrotoluène a permis de comprendre l'écart entre les résultats sur la toxicité à court terme *in vitro* et la toxicité à long terme *in vivo* de ce produit. D'après les essais biologiques à court terme, le 2,4-dinitrotoluène est peu toxique, tandis que les essais à long terme montrent qu'il est très toxique. Cette différence peut s'expliquer par les différentes voies de dégradation et les différentes voies métaboliques. Le produit chimique est assez stable en aérobiose. En anaérobiose, toutefois, il se forme du 2-nitroso-4-nitrotoluène, produit très toxique bien qu'instable. Ces résultats montrent la nécessité d'essais de toxicité à long et à court terme pour l'évaluation des risques potentiels.

● Le carbone organique dissous (COD), en particulier l'acide humique, dans des eaux naturelles peut former des complexes stables avec des produits chimiques organiques lipophiles, ce qui diminue leur biodisponibilité pour le biote aquatique. Ce phénomène peut survenir par la formation d'un complexe chimique de COD qui est trop gros ou trop polaire pour traverser des membranes biologiques. Une diminution de la biodisponibilité d'un produit chimique pour le biote aquatique devrait entraîner également une réduction de la toxicité. On a étudié chez *Daphnia magna* les effets du COD sur l'accumulation et la toxicité aiguë de trois pesticides pyréthroïdes de synthèse (figure 7). Des concentrations de COD d'à peine 2,6 mg/L, valeur qui se situe dans la plage habituelle des valeurs pour les eaux naturelles, a provoqué une baisse importante de la bioaccumulation de ces trois pesticides. De plus, la toxicité aiguë de ces derniers diminuait lorsque le COD augmentait. Par exemple, chez *Daphnia magna*, la toxicité aiguë du fenvalérate

diminuait d'un facteur de 17 lorsque la concentration de COD passait de 2,6 à 15,5 mg/L. Ces résultats peuvent expliquer, du moins en partie, pourquoi l'effet des insecticides pyréthroïdes de synthèse sur le biote aquatique est en général moindre que l'effet prévu à partir des dosages biologiques en laboratoire.

● Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sont des produits chimiques d'intérêt prioritaire qui doivent être évalués dans le cadre de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement*. Des travaux sont effectués sur la dégradation biologique de certains HAP. À l'aide d'une technique de suralimentation en substrat, on a obtenu une culture mixte de bactéries de décomposition des HAP capables de dégrader le naphtalène, le phénanthrène et l'anthracène. Cette réaction a été réalisée sans apport de carbone exogène ou d'une source énergétique. L'avantage de travailler avec des concentrations aussi élevées est qu'il est possible d'obtenir des concentrations plus élevées de métabolites, ce qui facilite l'identification par chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse. Jusqu'à maintenant, l'identification des principaux métabolites a montré que le 1-naphthol était un dérivé du naphthalène, le 1-hydroxy-2-méthylnaphthoate du phénanthrène, et l'ester méthylique de l'acide 3-hydroxy-2-naphthalènecarboxylique de l'anthracène.

● Deux membres du projet agissent actuellement comme chefs de l'équipe d'évaluation de deux produits chimiques figurant sur la liste des substances d'intérêt prioritaire et qui sont évalués en vertu de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement*. Il s'agit du nickel et des composés organostanniques qui ne sont pas des pesticides.

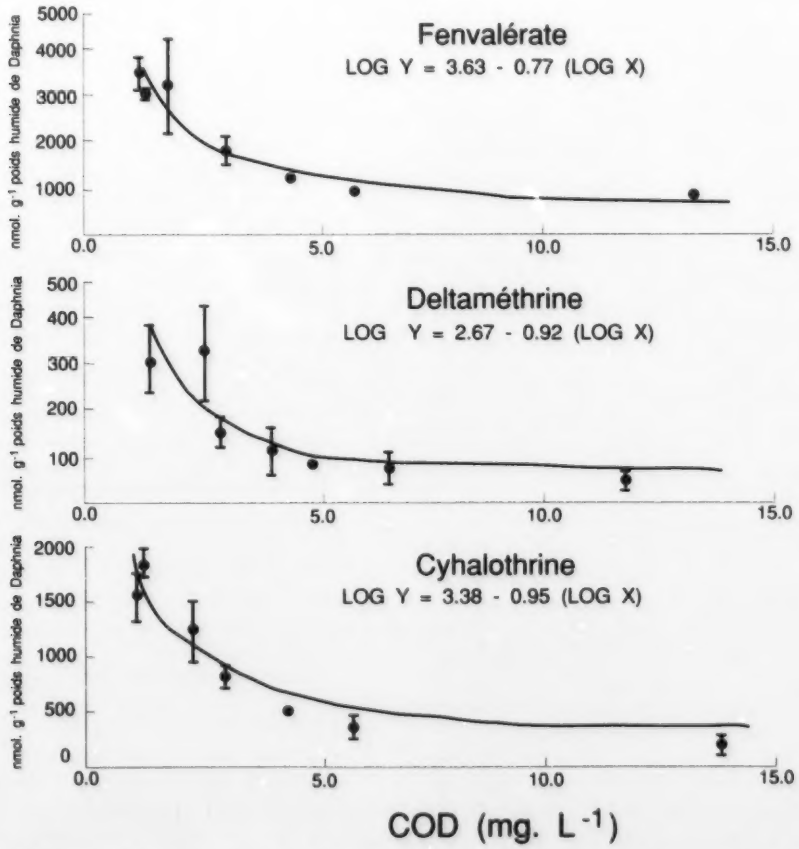


Figure 7. *Influence de la concentration du carbone organique dissous sur l'accumulation de trois insecticides pyréthroïdes de synthèse chez* Daphnia magna.

PROJET DE TRANSPORT À GRANDE DISTANCE DES POLLUANTS AÉROPORTÉS

D.C.L. Lam, responsable de projet

Introduction

Le Projet de transport à grande distance des polluants aéroportés (TGDPA) a comme objectif de fournir un soutien scientifique à Environnement Canada afin d'élaborer et d'appliquer des stratégies de lutte contre les précipitations acides. Plus particulièrement, les travaux sont axés sur : la prévision de l'acidification des eaux de surface et le rétablissement selon différents scénarios de réduction des émissions; l'élaboration de nouveaux concepts scientifiques concernant la question du TGDPA; la préparation du rapport national d'évaluation du TGDPA (1990) qui sera coordonné par le Comité de coordination de la recherche et de la surveillance (CCRS).

Principaux travaux de recherche

- Une approche par systèmes experts a été élaborée afin de prévoir le nombre de lacs de l'est du Canada dont le pH serait <6 selon différents taux de dépôts de sulfates humides. Les résultats de cette modélisation représentaient la principale contribution au rapport national d'évaluation du TGDPA de 1990. Cette modélisation a nécessité un avis sur le plan quantitatif et qualitatif afin de choisir, dans le système expert, le modèle qui convenait à chaque lac ou bassin versant. En général, les incertitudes du modèle diminuaient lorsque la charge diminuait. D'après une comparaison de l'alcalinité prévue et observée pour plus de 2 000 lacs, les erreurs relatives variaient de 19 à 31 %. En raison de ces incertitudes aussi bien que des limites des données, le critère de seuil pour la charge critique du dépôt de sulfates humides a été choisi de façon prudente. Le critère détermine la charge qui est susceptible de placer plus de 10 % des lacs de la région dans la catégorie de pH <6, en excluant les lacs qui auraient été acidifiés par des acides organiques naturellement présents dans le milieu. La figure 8 montre que, dans le cas d'un dépôt de 20 kg/ha/a de sulfates humides, seulement 4 des 22 sous-régions de l'est du Canada répondront au critère de seuil (c'est-à-dire en vérifiant le long de la verticale celle qui correspond à 10 %). Dans ces quatre sous-régions, les caractères du sol sont tels qu'ils rendent les eaux de surface moins vulnérables aux dépôts acides. Les sous-régions des provinces de l'Atlantique, du Labrador et de l'est du Québec sont moins vulnérables, et il faut des charges critiques qui s'approchent des concentrations ambiantes (<8 kg/ha/a).

- Le CCRS a également présenté quatre scénarios de dépôt et demandé que l'équipe de modélisation de l'INRE prévoit les effets aquatiques correspondants. À titre d'exemple, la figure 8 montre les résultats du premier scénario (les dépôts actuels fondés sur une moyenne pour la période de 1982 à 1986) et le scénario 4 (programmes de réduction prévue au Canada et aux États-Unis). Les dommages prévus (c'est-à-dire, le pourcentage supplémentaire de lacs à pH <6) sont indiqués sur le graphique de la figure 8 sous forme de lignes pleines. Selon les modèles, l'application du scénario 4 permettra à une grande partie de l'est du Canada, surtout en Ontario et au Québec, d'atteindre le critère de seuil, avec une amélioration importante des conditions actuelles (comparer les deux lignes pleines à la ligne verticale de 10 %). Toutefois, les programmes de réduction n'amélioreront que légèrement l'état dans les provinces de l'Atlantique. Cette situation est attribuable à des modifications relativement peu importantes, au niveau des deux scénarios, de la quantité de sulfates humides déposés et à un terrain très vulnérable.

- Un modèle d'acidification à long terme du bassin versant en fonction du temps (MAGIC) a été appliqué au lac Batchawana dans le bassin versant des lacs Turkey afin d'évaluer les tendances à long terme fondées sur une charge constante de SO_4 de 27,8 kg/ha/a et une charge variable conformément à la réduction prévue des émissions au Canada et aux États-Unis. Des dépôts constants de sulfates provoquent une baisse de pH de 1,2 unité, tandis que le dépôt variable produit une baisse de seulement 0,4 unité. Dans les deux cas, il faut attendre environ 100 ans pour qu'un équilibre soit atteint.

- Des différences régionales sont également évidentes dans les données observées sur la composition chimique de l'eau. Après un dépistage, on disposait de données sur environ 8 500 lacs de l'est du Canada. On a constaté que des valeurs médianes de SO_4^{-2} (µéq/L) dans les lacs, regroupées par région, montraient l'effet du panache de dépôt qui était plus fort dans le sud et le centre de l'Ontario, diminuant vers l'est au Québec, et plus faible dans les provinces de l'Atlantique.

● On a utilisé une approche statistique pour vérifier la pertinence du modèle à logarithme normal à trois paramètres. Ce modèle est ordinairement utilisé afin de mesurer l'acidification régionale en définissant une famille de modèles de probabilité au moyen de la transformation de puissance de Box et de Cox qui comprend le log-normal comme cas spécial. Les résultats montrent que le modèle log-normal ne convient pas pour représenter l'alcalinité des lacs du Nouveau-Brunswick, de Terre-Neuve et de la Nouvelle-Écosse, tandis que seules les données du Québec permettent le recours à ce modèle.

● L'échantillonnage de la couverture neigeuse s'est poursuivi dans le bassin versant des lacs Turkey afin de fournir des mesures du volume d'eau et des principaux ions disponibles au moment de la fonte des neiges au printemps, et de définir la composition chimique des dépôts atmosphériques pendant les mois d'hiver. L'équivalence annuelle moyenne en eau (11 stations) de la couverture neigeuse avant la fonte était comprise entre 159 et 377 mm pour la période de 1981 à 1988. La tendance annuelle des rapports d'équivalence de SO_4/NO_3, de H/SO_4 et de H/HO_3 supportait l'hypothèse selon laquelle, depuis 1980, les taux de H^+ et de NO_3 dans la neige avaient augmenté par rapport au SO_4.

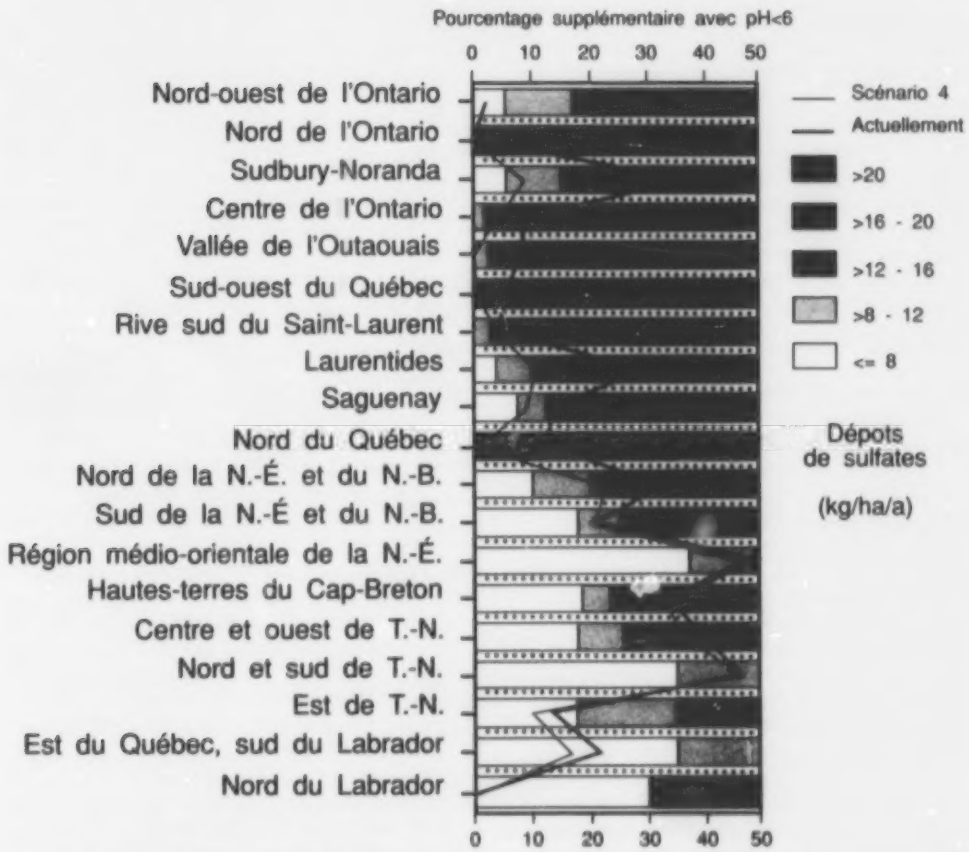


Figure 8. *Rapport entre les dépôts de SO_4 humides (dans les paliers de 4 kg/ha/a) et le pourcentage supplémentaire des lacs dont le ph est <6 pour des régions déterminées de l'est du Canada. Le taux de dommages associés au scénario actuel de dépôt et à un scénario combinant les programmes canadiens et américains de réduction des sulfates (scénario 4) est également illustré.*

PROJET D'ÉCOTOXICOLOGIE

B.J. Dutka, responsable de projet

Introduction

Le Projet d'écotoxicologie vise principalement à définir des indicateurs biologiques qui serviront à prévoir des agressions des contaminants sur l'écosystème aquatique ainsi que l'étendue de leurs effets et leur degré d'impact. Les chercheurs élaborent une série de tests qui pourraient s'appliquer à une vaste gamme d'écosystèmes aquatiques. Les efforts de l'étude ont porté sur l'élaboration, la modification et l'évaluation de différentes méthodes toxicologiques, mutagéniques, biochimiques et microbiologiques qui pourraient faire partie des épreuves de dépistage appliquées par tous les chercheurs.

Accessoirement, l'équipe vise à utiliser les épreuves de dépistage afin de déterminer l'étendue géographique et l'effet écologique des contaminants qui pénètrent dans nos cours d'eau et nos lacs, et de comprendre le rôle des matières en suspension au niveau du transport en aval des polluants. Grâce aux compétences des membres de l'équipe, celle-ci peut également conseiller et orienter les organismes nationaux et internationaux ainsi que les industries sur des problèmes de nature microbiologique et écotoxicologique.

Principaux travaux de recherche

● On trouve de nombreuses sources ponctuelles et non ponctuelles de contaminants dans le bassin de la rivière Yamaska (Québec). Ce dernier a été étudié afin d'évaluer, sur le terrain, l'efficacité de différents tests et procédés écotoxicologiques. Par exemple, on a constaté que le test «Mutatox» pour les produits génotoxiques, dans la première évaluation pratique jamais effectuée, donnait de bons résultats pour les trois types d'échantillons (eau, sédiments extraits à l'eau Milli-Q, et les sédiments extraits par solvants). Cette épreuve a montré que les produits chimiques à activité génotoxique étaient répartis dans tout le bassin de la rivière Yamaska et qu'il semblait y avoir une accumulation croissante de ces produits dans les sédiments en aval. Les informations serviront à mieux comprendre la répartition spatio-temporelle des produits toxiques dans l'eau des cours d'eau et dans les sédiments.

● Les procédés d'extraction des sédiments ou des sédiments en suspension à des fins d'études de toxicité et de génotoxicité sont de plus en plus compliqués, sont coûteux et exigent aussi beaucoup de temps. Le but initial des tests biologiques à court terme était d'analyser l'eau, les matières en suspension et (ou) des échantillons de sédiments rapidement et efficacement, de manière que seuls les échantillons positifs seraient choisis pour des analyses chimiques plus coûteuses et plus longues à réaliser. À cette fin, on a vérifié trois méthodes simples, rapides et peu coûteuses utilisant des milieux d'extraction des sédiments. Il s'agit des extraits d'eau traitée au Milli-Q, des extraits par DMSO et par méthanol; chaque extrait a été analysé séparément pour dépister la présence de sédiments et de particules de sédiments. Chaque extrait a été mélangé vigoureusement aux sédiments puis séparé par centrifugation. On a recherché la présence de toxicité et de génotoxicité dans les trois extraits au moyen des méthodes Microtox, Toxi-Chromotest et Mutatox. Les résultats de cette étude montrent que le test de dépistage de la génotoxicité (Mutatox) était une technique très sensible réagissant aux produits chimiques lorsque les trois types d'extraits étaient utilisés. Le méthanol était légèrement plus efficace que le DMSO ou l'eau traitée par Milli-Q pour l'extraction des produits chimiques toxiques et génotoxiques contenus dans certains échantillons. De plus, chaque méthode d'extraction possédait une affinité d'extraction pour certains produits toxiques et génotoxiques.

● Afin de mieux comprendre la distribution des contaminants entre les matières en suspension et la phase dissoute dans les systèmes fluviaux, des études de laboratoire ont été entreprises sur des agrégats en suspension prélevés dans plusieurs cours d'eau canadiens. Ces échantillons ont été soumis à une analyse de granulométrie au moyen de l'analyseur de granulométrie au laser. On a utilisé une technique modifiée de fractionnement en cascade (figure 9) afin d'isoler les différentes fractions d'agrégats. Chaque fraction a été soumise à des analyses microbiologiques du carbone, de l'azote et des produits toxiques ainsi qu'à des épreuves d'interaction des contaminants et des particules afin de déterminer la nature et l'efficacité de la fixation des contaminants par des agrégats en suspension et des bactéries. D'après les données obtenues, les agrégats de la fraction comprise entre 20 et 40 microns étaient la classe de granulométrie dominante dans ces

cours d'eau. Ceux-ci contenaient la charge la plus importante en organismes microbiens, en produits toxiques et en éléments nutritifs. Il est essentiel de déterminer le profil de distribution de la taille des particules et la composition des agrégats en suspension dans les réseaux fluviaux avant que l'on puisse élaborer des modèles précis sur le transport des contaminants.

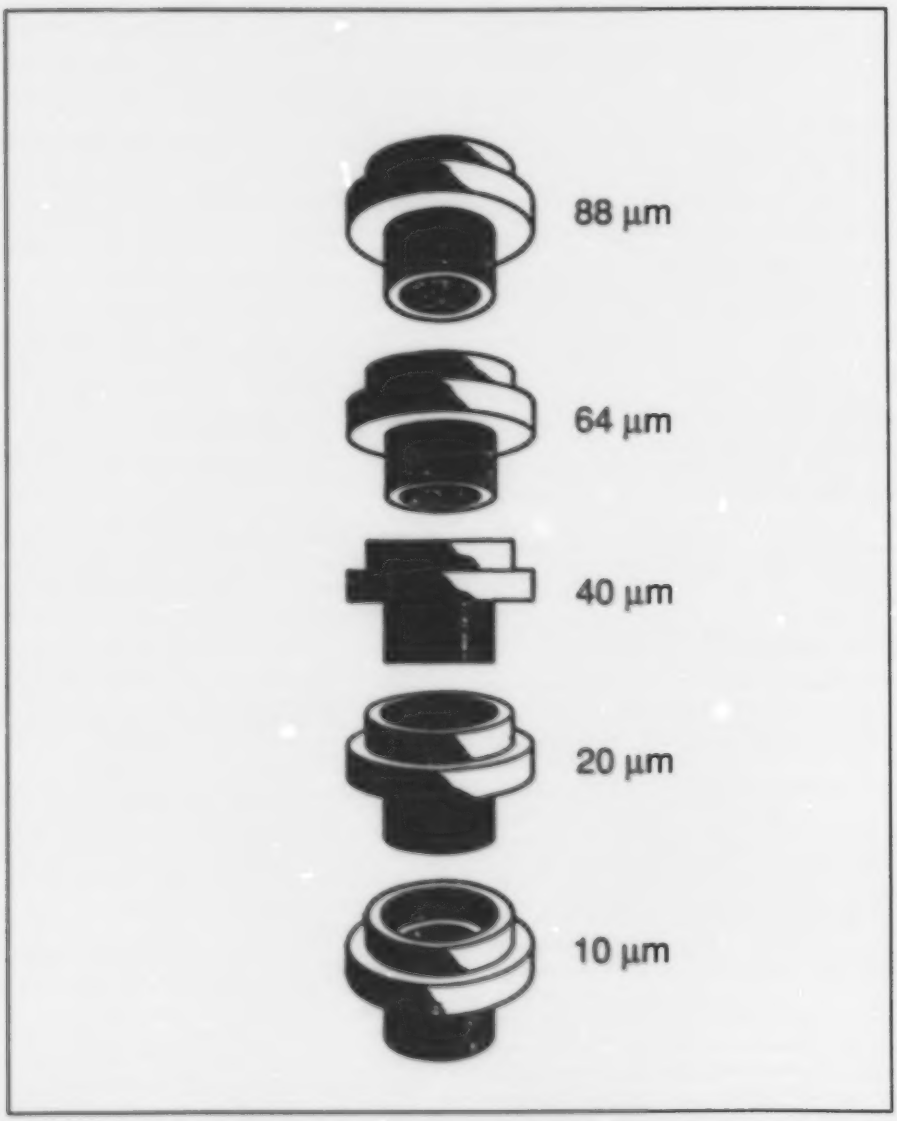


Figure 9. *Illustration d'un système de filtration en cascade.*

PROJET DE CONTAMINATION DES EAUX SOUTERRAINES

K.S. Novakowski, responsable de projet

Introduction

Le Projet de contamination des eaux souterraines a comme principal objectif d'établir le mouvement et le devenir des contaminants toxiques dans les eaux souterraines. Les travaux de recherche sur le terrain sont menés à différents endroits dans l'est du Canada, notamment dans un immense site à Niagara Falls, à plusieurs endroits sur l'Île-du-Prince-Édouard, à la décharge de Gloucester près d'Ottawa, et à une station *in situ* dans la ville de Clarkson (Ontario). De plus, des expériences effectuées en laboratoire et des simulations informatiques sont utilisées afin d'étudier différents modes de transport des contaminants. D'après des indications récentes, il semble qu'un type particulier de contaminant dans le réseau souterrain, désigné sous le nom de liquide de la phase non aqueuse, soit très résistant aux efforts d'assainissement des eaux souterraines. Les travaux de recherche actuels et futurs porteront donc dorénavant sur la connaissance du comportement de ce liquide dans les eaux souterraines complexes. Des scientifiques travaillant à ce projet conseillent souvent des organismes fédéraux et provinciaux ainsi que le secteur privé sur des questions relatives à la pollution des eaux souterraines par des liquides de la phase non aqueuse et d'autres contaminants.

Principaux travaux de recherche

- Des fuites de lixiviat contaminé provenant des sites de déchets de Niagara Falls (N.Y.) menacent la qualité de l'eau de la rivière Niagara et du lac Ontario. Au cours de l'été 1989, une étude a été menée en collaboration avec l'U.S. Geological Survey afin d'évaluer les méthodes hydrogéologiques et géophysiques ordinaires de détermination des voies d'acheminement des contaminants dans la roche sédimentaire de la région de Niagara Falls. Les résultats montrent que les méthodes d'analyse hydraulique et géophysique couramment utilisées ne fournissent des informations que pour les voies de migration régies par la perméabilité la plus élevée et négligent souvent celles qui sont associées à des caractères de faible perméabilité et qui, après tout, peuvent jouer un rôle aussi important au niveau du transport des contaminants.

- Un programme de collaboration entre le Projet de contamination des eaux souterraines et l'Université du Nouveau-Brunswick a été mis en oeuvre afin de favoriser les recherches sur les eaux souterraines dans les provinces Maritimes. Les études portaient sur : l'élaboration d'un modèle numérique de simulation de la consommation au niveau de l'aquifère de Fredericton; une étude des mesures de surveillance des concentrations de manganèse dans les eaux souterraines de l'aquifère de Fredericton, ainsi qu'une étude des processus chimiques et physiques régissant la réduction, la migration et la dégradation du pesticide «aldicarbe» à l'Île-du-Prince-Édouard.

- Les recherches se poursuivent à la station *in situ* de la raffinerie de Pétro-Canada près de Clarkson (Ontario). L'objectif de l'étude est de déterminer le taux de dispersion des contaminants et la vitesse de l'eau souterraine dans une seule fracture située dans un substrat de schiste sous la station. Les résultats obtenus jusqu'à maintenant montrent que le coefficient de diffusion est important par rapport à des milieux poreux également espacés. De plus, étant donné qu'un fort pourcentage de la fracture était fermé, il semble qu'il doit y avoir une canalisation importante de l'écoulement de l'eau souterraine. Les méthodes ordinaires d'évaluation de la vitesse des eaux souterraines et de la dispersion des contaminants dans de tels milieux produiront donc des résultats peu fiables.

- Au cours de l'année dernière, des chercheurs ont entrepris l'élaboration d'un système expert pour évaluer les répercussions potentielles des pesticides utilisés en agriculture sur des eaux souterraines caractéristiques du Canada. Le système comprend des modèles numériques existants qui peuvent être utilisés pour simuler le transport et la transformation des pesticides dans la zone non saturée, associés à un système à base de connaissances qui dirige la simulation. Ce système à base de connaissances aide l'utilisateur à choisir toutes les informations nécessaires pour caractériser les paramètres géologiques, physiques, climatiques, hydrogéologiques, pédologiques et agricoles des zones agricoles représentatives de toutes les régions du Canada. Le système expert est conçu comme un outil de gestion afin d'aider au processus de décision de principe et à la réglementation entourant les nouveaux produits chimiques agricoles.

- Les eaux souterraines contaminées par la décharge de Gloucester près d'Ottawa

s'écoulent vers une zone d'industries légères. Afin d'empêcher la migration des contaminants hors du site, des méthodes de rétablissement de la qualité des eaux souterraines à cet endroit sont à l'étude. Transports Canada, le propriétaire du site, subventionne le projet d'étude de la méthode d'assainissement des eaux souterraines par pompage et traitement. Dans le but de réduire le temps nécessaire pour décontaminer l'aquifère, et donc les coûts, il est nécessaire d'optimiser l'investissement pour un puits de pompage et un puits d'injection aussi bien que les taux de pompage et les échéanciers. La technique d'optimisation est appliquée en combinant des modèles numériques d'écoulement des eaux souterraines et des modèles de transport des contaminants à des codes d'optimisation exécutés selon un ordre établi.

● Les lixiviats de décharges et de sites industriels contiennent souvent de nombreux composés organiques qui sont dégradés ou transformés en anaérobiose. On a entrepris une étude en laboratoire sur la transformation en anaérobiose du CFC-113 (hydrocarbure chlorofluoré). Ce produit chimique est un solvant utilisé comme dégraissant dans l'industrie de l'électronique. Les résultats montrent que le CFC-113 est déchloré par réduction en CFC-123a. Le CFC-113 est également transformé en chlorotrifluoroétylène, produit chimique beaucoup plus toxique que le produit parent. Ce dernier composé est le produit d'une transformation abiotique et il est instable en présence de sulfures, mais stable dans le lixiviat des décharges.

● L'analyse d'eaux souterraines fortement contaminées afin de déceler des composés basiques-neutres extractibles et des composés miscibles avec l'eau est une tâche longue et coûteuse. Une nouvelle méthode a été mise au point pour accélérer l'analyse de ce type d'échantillons; elle fait appel à la désorption par la chaleur pour préparer l'échantillon en vue de l'analyse par chromatographie en phase gazeuse et par spectrométrie de masse. Les résultats ont été comparés à l'extraction classique par solvant des deux types de composés. Un rendement comparable à supérieur a été obtenu.

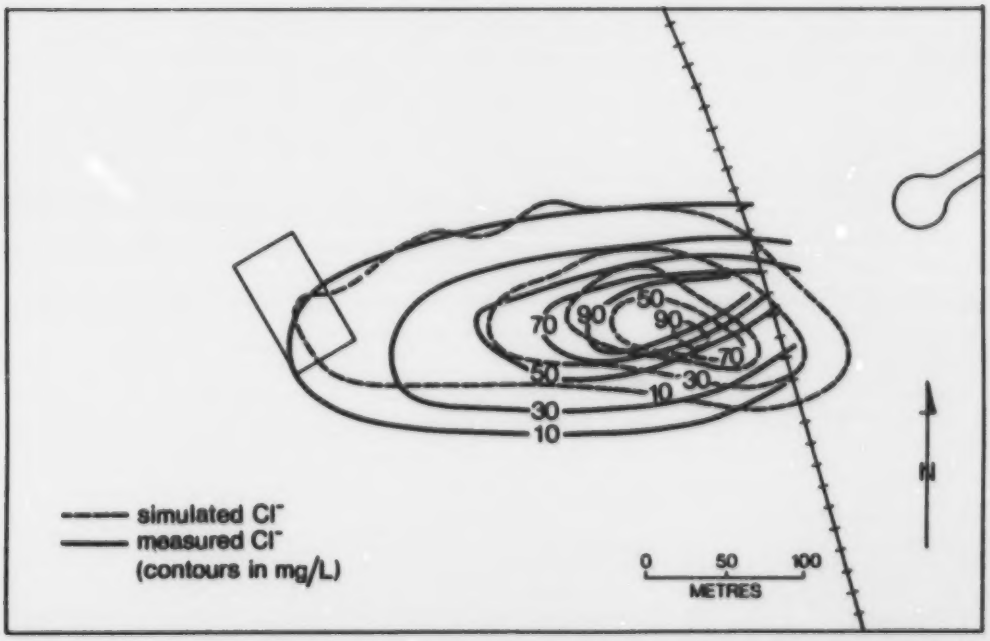


Figure 10. *Concentrations simulées et mesurées de chlorure dans le panache de pollution de la décharge de Gloucester (mai 1989).*

DIRECTION DE LA RECHERCHE PURE ET APPLIQUÉE

J. Lawrence, directeur

La Direction de la recherche pure et appliquée effectue des recherches fondamentales et appliquées dans le cadre d'objectifs précis en chimie analytique et en hydraulique. La Direction s'occupe du transfert de la technologie et des résultats de la recherche vers les secteurs opérationnels d'Environnement Canada. Elle s'occupe aussi des services techniques et scientifiques comme l'étalonnage de courantomètres, les services sédimentologiques et géotechniques, et enfin l'assurance de la qualité des analyses. Les travaux portent sur des priorités déterminées par la Direction générale des eaux intérieures et d'autres organismes d'Environnement Canada. La Direction a également une implication au niveau de l'Institut dans les travaux comportant un recouvrement des coûts et la participation des universités et du secteur privé.

Des techniques analytiques nouvelles, améliorées et plus rentables (notamment l'automatisation des techniques de laboratoire) ont été élaborées et évaluées pour le dosage de produits chimiques d'intérêt prioritaire et la mesure de paramètres biochimiques dans différents échantillons environnementaux. La Direction joue aussi un rôle de premier plan sur les questions d'assurance de la qualité des analyses pour la plupart des programmes de surveillance chimique menés au sein de Conservation et Protection. Les principaux clients pour ces travaux analytiques sont l'Institut national de recherche sur les eaux (INRE), les laboratoires nationaux et régionaux de la Direction de la qualité des eaux (DQE), les programmes des accords fédéral-provinciaux concernant la qualité de l'eau, le programme TGDPA (transport à grande distance de polluants aéroportés), la Régie des eaux des provinces des Prairies ainsi que l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs.

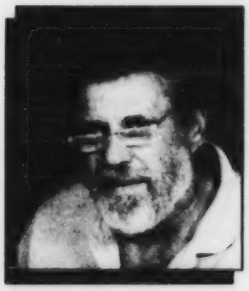
On cherche à obtenir des connaissances sur les caractéristiques dynamiques de l'eau afin d'obtenir un cadre pour la gestion des ressources en eau ainsi que pour la recherche en chimie et en biochimie dans le milieu aquatique. Les interfaces entre l'eau, l'atmosphère, les sédiments de fond et le rivage sont étudiées afin d'expliquer les mécanismes qui gouvernent le transport des polluants et l'érosion. Les progrès réalisés en métrologie des cours d'eau permettront d'améliorer la gestion de ces ressources. Les principaux clients sont la Direction des ressources en eau d'Environnement Canada, la Direction de la planification et de la gestion des eaux, la Direction générale de la protection de l'environnement, le Service de l'environnement atmosphérique ainsi que le Programme sur la qualité de l'eau des Grands Lacs.

Les universités et l'industrie privée sont incitées à utiliser les installations et les compétences de la Direction soit dans le cadre d'études en collaboration avec le personnel scientifique soit par la location des installations avec ou sans soutien technique. La Direction entretient un laboratoire d'hydraulique bien équipé, des laboratoires de sédimentologie et de géotechnique ainsi qu'un laboratoire ultra-propre pour les produits chimiques dangereux, en plus des laboratoires habituels de chimie. Les coûts associés à toutes les demandes directes de services provenant d'organismes de l'extérieur sont facturés à ceux-ci, en tout ou en partie, conformément à la Politique du Conseil du Trésor relative au recouvrement des coûts.

Les activités de la Direction sont réparties dans trois projets : **chimie analytique, études en hydraulique** et **assurance de la qualité**.

PROJET DE CHIMIE ANALYTIQUE

I. Sekerka, responsable de projet



Introduction

L'objectif que poursuit le Projet de chimie analytique est de faire progresser les connaissances et de développer une compétence en chimie analytique en vue d'applications environnementales. Des innovations au niveau des protocoles d'analyses, des instruments et des méthodes sont essentielles pour l'évaluation et la gestion des ressources en eau et pour des recherches dans le domaine de la pollution de l'eau, notamment pour repérer des problèmes nouveaux. Les activités particulières du projet sont l'élaboration de nouvelles méthodes analytiques ainsi que des méthodes de dépistage et d'échantillonnage précises, rentables, sensibles et sans ambiguïté permettant d'identifier et de quantifier des contaminants dans les écosystèmes aquatiques; la documentation, la validation et la normalisation des méthodes d'analyse pour garantir la production de données analytiques précises et fiables; la mise en place aux fins de l'INRE des installations et des instruments perfectionnés, ainsi que leur entretien et leur mise à jour continuelle; et le transfert de méthodes et de techniques élaborées dans le cadre du Projet de chimique analytique aux laboratoires nationaux et régionaux de la Direction générale des eaux intérieures ainsi qu'à une multitude d'autres utilisateurs.

Principaux travaux de recherche

● Les chercheurs ont mis au point une méthode simple de couplage de l'extraction par fluide supercritique à la chromatographie en phase gazeuse à haute résolution (CPGHR) avec détecteur à capture d'électrons. Les conditions d'extraction par fluide supercritique relatives à la phase mobile, l'entraîneur, la pression, la température et l'écoulement massique dans l'extracteur ont été étudiées afin de doser les biphényles polychlorés (BPC) et les dioxines. Dans le cas des BPC, on a obtenu une efficacité d'extraction pouvant atteindre 100 % en moins de 15 minutes, et en 30 minutes dans le cas du 2,3,7,8-TCDD. Le couplage de l'extraction par fluide supercritique et de la chromatographie en phase gazeuse à haute résolution permet de combiner la préparation des échantillons et le dosage, améliorant ainsi énormément l'analyse de composés organiques par rapport aux méthodes classiques en termes de rapidité, efficacité et sécurité.

● Le montage d'un prototype de dispositif pour l'extraction de gros échantillons, avec récupération de solvant, est terminé et il sera soumis à des essais sur le terrain (figure 11). La production commerciale de cette version du dispositif de Goulden pour l'extraction de gros échantillons a été entreprise par le biais d'une entente commerciale avec la société LaSalle Scientific Inc. de Guelph (Ontario). On s'attend à ce que cette technique intéresse un grand nombre d'organismes de gestion des eaux. Une version commerciale de ce dispositif a été présentée à la foire commerciale GLOBE 90 qui a eu lieu à Vancouver (C.-B.) en mars 1990.

● On a mis au point des méthodes de dosage de l'ammonium (NH^{4+}) et du cyanure (CN^-) par analyse par injection à écoulement continu. Dans un système à écoulement continu, l'espèce d'intérêt est convertie à l'état gazeux pour être diffusée à travers une membrane hydrophobe perméable aux gaz dans une solution pour ensuite être reconvertie sous sa forme ionique. Après une période prédéterminée, la solution est pompée à la cellule détectrice pour une analyse ampérométrique (CN^-) ou conductométrique (NH^{4+}). L'interface du système et d'un ordinateur central permet l'automatisation de l'opération ainsi que la manipulation, l'évaluation et l'emmagasinage de données. Les méthodes sont fondées sur le principe de la distillation isothermique et elles sont donc exemptes d'interférence.

● Le système robotisé mis au point antérieurement dans le cadre de ce projet a été intégré aux activités du Laboratoire national de la qualité des eaux (LNQE) aux fins d'évaluation de la performance. Couplé à un système d'analyse par injection à écoulement continu et de spectroscopie atomique d'émission de plasma induite par couplage, les chercheurs ont obtenu de bons résultats et une performance fiable pour la mesure de divers paramètres. Il a été également possible de relier le système d'analyse à un ordinateur.

● Les versions provisoires d'un protocole d'analyse pour le dosage des polychlorodibenzo-*p*-dioxines (PCDD) et des polychlorodibenzofuranes (PCDF) ont été préparées à la demande de la Direction des programmes industriels d'Environnement Canada. Ce protocole est proposé comme méthode de référence pour le dosage des PCDD et des PCDF dans le cadre de

la surveillance et de la la réglementation des effluents d'usines de pâtes et papier.

● Une méthode d'extraction et d'épuration efficace et efficiente qui sera utilisée pour des dosages radio-immunologiques des PCDD ou par des méthodes classiques a été mise au point à l'aide du 2,3,7,8-tétrachlorodibenzo-*p*-dioxine (TCDD) comportant des atomes de tritium comme marqueur. Les résultats préliminaires révèlent que la technique permet de déceler 5 pg de 2,3,7,8-TCDD, et il a été montré qu'elle permettait d'éliminer les problèmes rencontrés précédemment dans l'étude, comme la présence d'impuretés inséparables de l'haptène et de l'instabilité de l'haptène. La méthode comporte également une nouvelle étape de séparation au charbon activé, ce qui réduit la durée de séparation de deux ordres de grandeur.

● Un système de chromatographie en phase gazeuse avec détection par spectroscopie d'émission atomique a été appliqué avec succès au dépistage dans des échantillons prélevés dans l'environnement de composés organiques contenant du phosphore, du soufre et de l'azote. L'approche analytique s'est révélée particulièrement valable pendant les programmes spéciaux mis en oeuvre dans le cadre de la réaction du ministère aux accidents écologiques, comme l'importation prétendue en Ontario de combustible contaminé et l'incendie de pneus d'Hagersville.

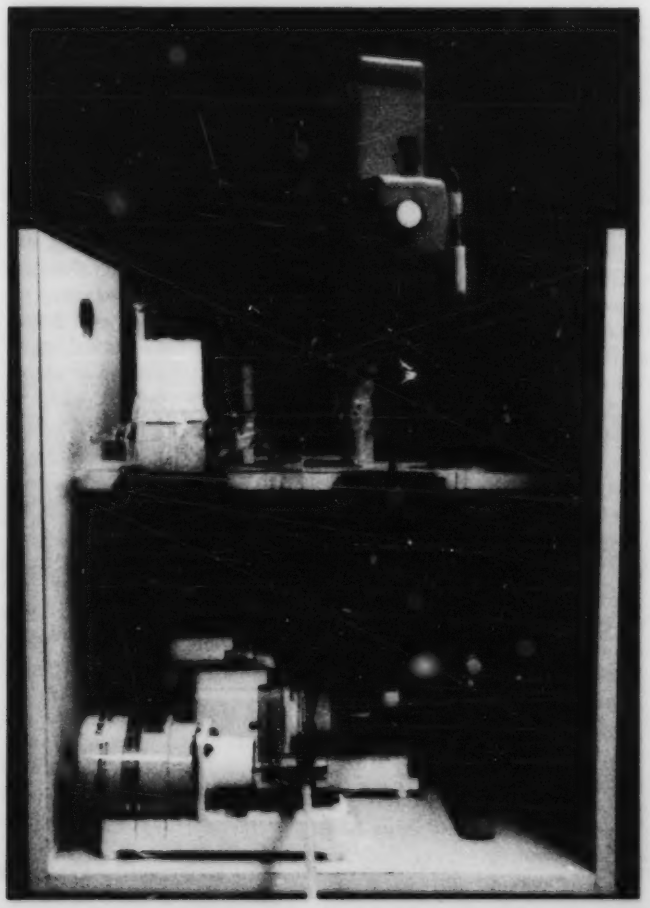


Figure 11. *Le dispositif de Goulden pour l'extraction de gros échantillons.*

PROJET DES ÉTUDES EN HYDRAULIQUE

M.G. Skafel, responsable de projet

Introduction

Les recherches entreprises dans le cadre du Projet des études en hydraulique portent sur les caractéristiques physiques de l'eau et de son interaction avec l'air, les sédiments, les rives et les ouvrages artificiels. Des études sur la mécanique des vagues, le débit des cours d'eau et le transport des sédiments permettent d'acquérir de nouvelles connaissances qui seront utilisées par des gestionnaires des ressources en eau et des ingénieurs d'Environnement Canada et d'ailleurs. Une attention toute particulière est accordée à la connaissance de processus hydrauliques susceptibles de provoquer des défaillances de structure pouvant avoir des conséquences graves sur l'environnement.

Les études sur la mécanique des vagues permettent d'acquérir de nouvelles connaissances en vue de mieux comprendre le transfert des gaz toxiques, la diffusion des polluants, la prévision du régime des vagues, la circulation des eaux lacustres, l'établissement de la thermocline saisonnière, les prévisions météorologiques et les changements climatiques. Les études de génie côtier portent sur les interactions entre le lac et le fond du lac et la rive afin d'évaluer la remise en suspension des sédiments, l'évolution du littoral et les interactions entre les vagues et les structures sur le littoral. Les recherches dans le domaine du génie fluvial sont axées sur une meilleure connaissance de la mécanique des fluides et du transport des sédiments dans les cours d'eau, la mise au point de techniques nouvelles et améliorées en matière de surveillance des processus dans les cours d'eau et les interactions entre l'écoulement et les structures.

Principaux travaux de recherche

● Dans le but d'appuyer la Direction des ressources en eau d'Environnement Canada, les responsables de projet poursuivent des études de recherche appliquée portant sur différentes questions particulières. Parmi les travaux récents on compte : l'évaluation d'un courantomètre acoustique; l'élaboration d'une nouvelle équation d'étalonnage pour le courantomètre de type Price afin d'obtenir des mesures plus précises en présence d'écoulements faibles; l'élaboration d'une stratégie d'étalonnage pour les échantillonneurs de sédiments en suspension ainsi que la conception et la construction d'une installation d'essai des buses d'échantillonneurs de sédiments, et la participation à l'élaboration d'un programme de recherche pour mesurer les débits sous la glace.

● Afin de réduire le risque de déversements accidentels d'hydrocarbures des pipelines sous-marins dans la mer de Beaufort, ceux-ci seront installés dans des tranchées afin d'éviter l'affouillement par les glaces. Des essais de modèles effectués dans le laboratoire d'hydraulique ont montré que les forces exercées par les vagues sur un pipeline dans une tranchée peuvent être à peu près équivalentes aux forces exercées sur un tuyau reposant sur fond plat à la même profondeur totale. Ces résultats signifient qu'il est possible d'utiliser l'importante documentation sur les conditions où le fond est plat dans la conception de dispositifs visant à protéger les pipelines contre les forces exercées par les vagues.

● Transports Canada a entrepris un programme de surveillance visant à déterminer les effets de l'expansion d'un brise-lames sur les profondeurs d'eau à l'embouchure d'un cours d'eau et dans une marina situés côte à côte. Les données hydrographiques ont été étudiées par les scientifiques oeuvrant dans le domaine du génie côtier et aucun effet néfaste n'a été relevé. Toutefois, les résultats ont montré, sans qu'on s'y attende, que la région portuaire s'affaissait en raison de la présence d'une mine de sel sous la région. Transports Canada et Travaux Publics Canada ont été avisés des répercussions pour l'entretien permanent des structures portuaires.

● L'échange gazeux à l'interface de l'air et de l'eau joue un rôle important au niveau des cycles biogéochimiques à l'échelle planétaire. Des expériences récentes menées dans le nouveau bassin (étanche) de recirculation des échanges gazeux ont porté sur l'influence du déferlement à petite échelle sur les échanges d'un composé, tel le chlorobenzène, par lequel la résistance aux échanges est davantage prononcée dans la phase liquide. Le déferlement à petite échelle s'effectue partout en eau libre contrairement à la formation des moutons qui est intermittente. Les chercheurs ont trouvé que le taux d'échange augmentait brusquement lorsque le déferlement à petite échelle commençait. Alors que d'autres études ont décrit une augmentation de la vitesse de transfert de masse seulement en fonction de la vitesse du vent, cette étude caractérise la vitesse de transfert de masse en fonction des propriétés du vent et des vagues. Les résultats de la présente

étude serviront d'abord à calculer les bilans massiques pour les contaminants volatils dans les Grands Lacs.

● La préparation de l'expérience SWADE (surface waves dynamics experiment) parrainée par le U.S. Office of Naval Research, s'est effectuée comme prévue pour les premières expériences approfondies à l'automne de 1990. Une équipe formée de membres de plusieurs organismes, sous la direction du personnel du Projet d'hydraulique, a mis au point les systèmes d'instruments pour cinq bouées météorologiques et de mesure de la direction des vagues ainsi qu'un système de mesure de la direction des vagues qui sera intégré à une grosse bouée espar (figure 12). Un prototype de bouée de mesure de la direction des vagues et de bouée des flux a été soumis à des essais dans le golfe du Mexique. Les principaux objectifs de l'expérience sont de comprendre la dynamique de l'évolution du champ de vagues en haute mer et de déterminer l'effet des vagues sur le transfert air-mer du momentum, de la chaleur et de la masse. Les résultats de ces études s'appliquent à des conditions océaniques et lacustres.

Figure 12. *Ce diagramme illustre le système de capteurs déployé pour recueillir les données scientifiques générées au cours du travail sur le terrain mené dans le cadre du project SWADE.*

PROJET DE L'ASSURANCE DE LA QUALITÉ

A.S.Y. Chau, responsable de projet

Introduction

Il est essentiel de posséder des données chimiques fiables pour l'exécution de programmes de recherche, de surveillance et d'évaluation en matière d'environnement. Ces programmes sont devenus non seulement plus compliqués au cours des dernières années, mais on a enregistré une augmentation spectaculaire du nombre de composés à doser. De plus, un grand nombre de ces composés sont présents dans l'environnement à très faibles concentrations. Outre les études effectuées en collaboration avec plusieurs organismes et avec deux pays, les aspects planétaires de nombreuses questions environnementales exigent des efforts de collaboration concertées au niveau de la génération d'informations scientifiques. Compte tenu de tous ces facteurs, il est de plus en plus nécessaire d'assurer la qualité et la comparabilité des données. Des données erronées peuvent conduire à des erreurs d'évaluation et ultérieurement à des actions fautives de mise en application et de réglementation. En plus, la production de données et leur interprétation sont très coûteuses et, de ce fait, les données se doivent d'être de plus en plus précises et défendables.

Le principal objectif du Projet de l'assurance de la qualité (AQ) est de coordonner et d'entreprendre des programmes d'assurance de la qualité pour Environnement Canada visant à assurer que les données d'analyse soient précises et comparables de façon constante dans tous ses laboratoires. L'assurance de la qualité des données confère au Ministère un fondement solide lorsqu'il s'agit de fournir des avis scientifiques sérieux et fiables en matière de surveillance et d'assainissement découlant de l'interprétation de données scientifiques. Des études sont également menées pour des laboratoires fédéraux, provinciaux, universitaires et privés qui produisent des données analytiques pour les programmes d'Environnement Canada.

Le but à long terme du Projet de l'assurance de la qualité est d'aider à l'élaboration de programmes complets d'assurance de la qualité analytique. À cette fin, on met au point du matériel de référence représentatif d'échantillons caractéristiques prélevés dans l'environnement (eau, sédiments, biote).

Principaux travaux de recherche

- Les membres de l'équipe ont élaboré un certain nombre de matériels de référence (MR) pour l'analyse de l'eau et de matériels de référence certifiés (MRC) pour l'analyse des sédiments. Ces deux types de matériels sont similaires, sauf que les derniers sont soumis à des essais plus stricts. Les MRC pour le dosage des sédiments de lac comprennent plusieurs des premiers matériels mondiaux mis au point pour le dosage des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les chlorobenzènes, les BPC et le sélénium. Un programme actif pour commercialiser ces produits a été entrepris, notamment la production d'une brochure bilingue décrivant les MR et les MRC produits à l'INRE. Suite à ces initiatives, des organismes nationaux et internationaux, notamment le Comité international des matériaux de référence de l'Organisation internationale de normalisation (ISO), ont fait de nombreuses demandes et manifesté beaucoup d'intérêt; ces produits ont même fait l'objet d'articles dans des revues scientifiques et techniques. Les MRC et les MR pour le dosage des sédiments actuellement disponibles comprennent des BPC, des HAP et des chlorobenzènes pour le dosage des sédiments provenant de différentes sources dans le bassin des Grands Lacs; l'arsénic, le sélénium, le mercure et des métaux à l'état de trace pour les sédiments provenant de sources dans le lac Ontario; et des métaux à l'état de trace pour les sédiments de différentes sources.

- À la demande du Groupe de travail sur les dioxines d'Environnement Canada, un membre du projet AQ a mis sur pied et présidé un Comité sur l'assurance de la qualité afin de soutenir le programme national d'échantillonnage des dioxines provenant des usines de pâtes et papiers de l'Association canadienne des producteurs de pâtes et papiers. Le Comité d'assurance de la qualité a reçu plusieurs centaines de points de données analytiques et a produit un protocole interlaboratoire sur l'assurance de la qualité pour le dosage des dioxines et des furanes. Le même protocole sera adopté dans le cadre du Programme d'immersion des déchets en mer.

● Un programme AQ interlaboratoire a été entrepris en 1989 pour soutenir les activités associées à l'évaluation de composés organiques énumérés dans la liste des substances d'intérêt prioritaire établie dans le cadre de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement*. Ces substances comprenaient les dioxines, les composés organostanniques et les chlorophénols. Des travaux sont en cours sur la mise au point de MR pour le dosage des dioxines et des composés organostanniques, avec des projets pour faire de quelques-uns de ces MR des MRC.

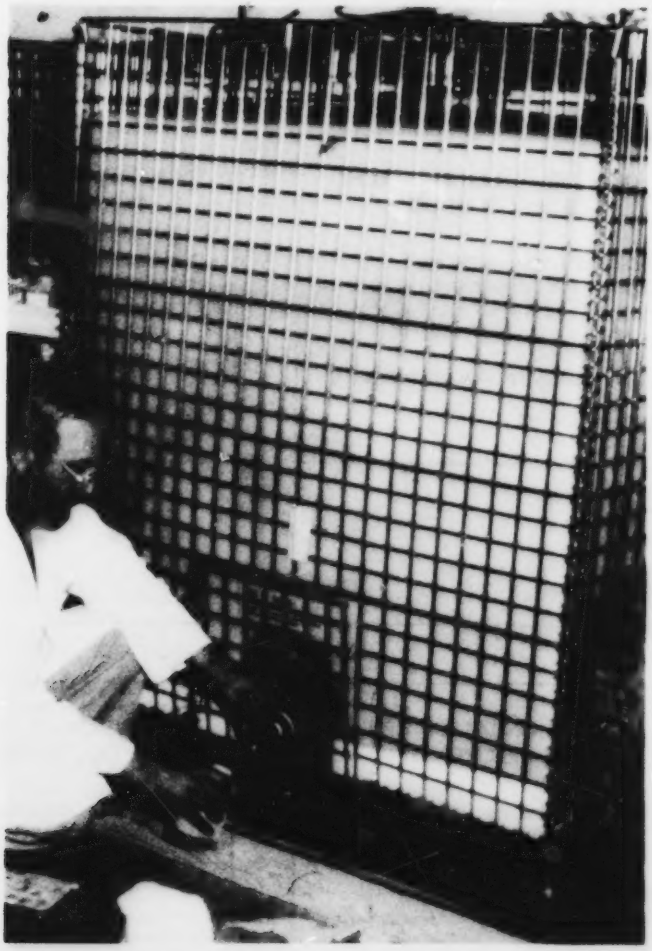
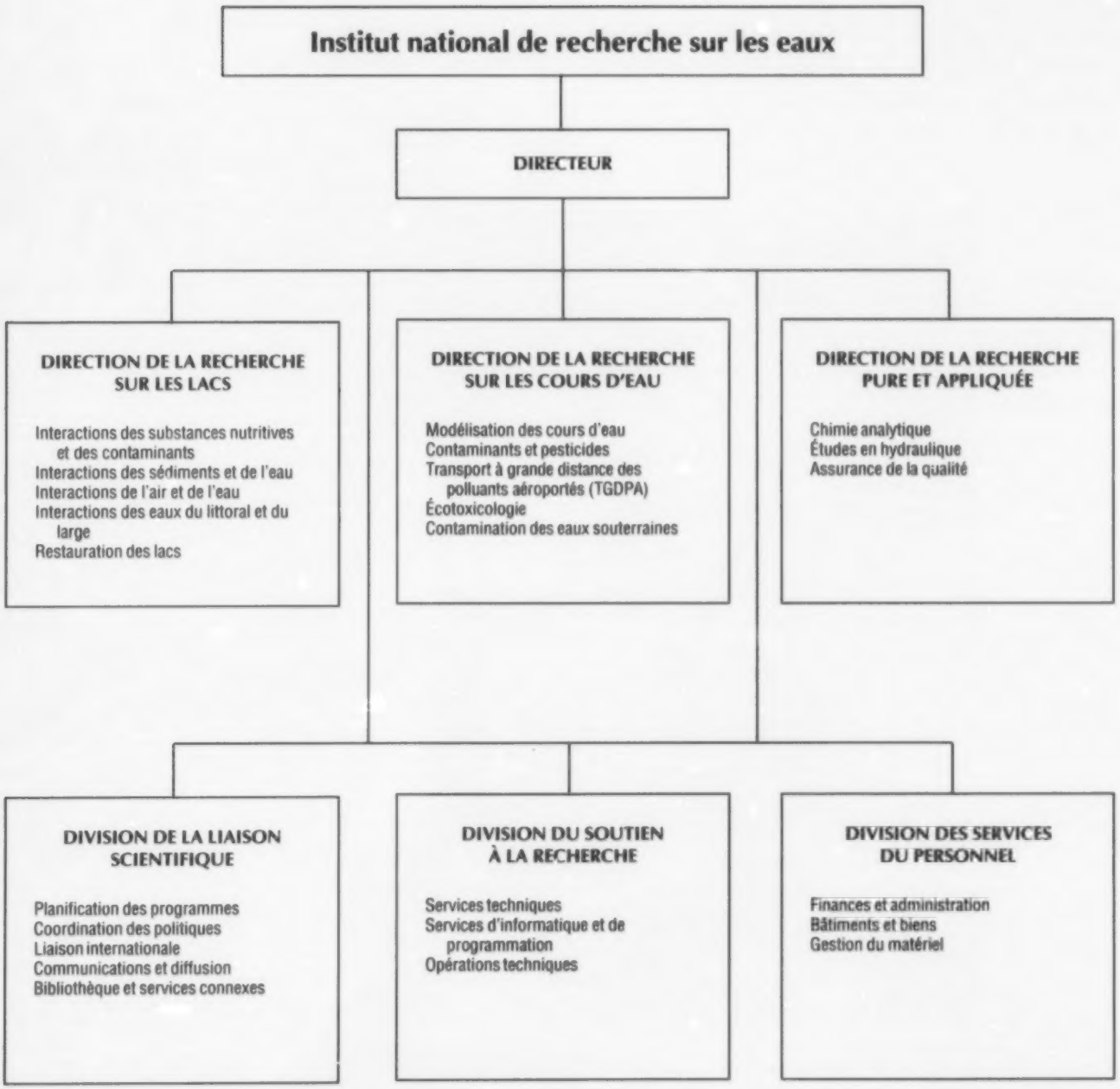


Figure 13. *Essai de sous-échantillonnage à partir de matériaux de référence de l'eau qui sera utilisé dans des études interlaboratoires sur l'assurance de la qualité.*


Institut national de recherche sur les eaux
DIRECTEUR
DIRECTION DE LA RECHERCHE SUR LES LACS
Interactions des substances nutritives et des contaminants
Interactions des sédiments et de l'eau
Interactions de l'air et de l'eau
Interactions des eaux du littoral et du large
Restauration des lacs
DIRECTION DE LA RECHERCHE SUR LES COURS D'EAU
Modélisation des cours d'eau
Contaminants et pesticides
Transport à grande distance des polluants aéroportés (TGDPA)
Écotoxicologie
Contamination des eaux souterraines
DIRECTION DE LA RECHERCHE PURE ET APPLIQUÉE
Chimie analytique
Études en hydraulique
Assurance de la qualité
DIVISION DE LA LIAISON SCIENTIFIQUE
Planification des programmes
Coordination des politiques
Liaison internationale
Communications et diffusion
Bibliothèque et services connexes
DIVISION DU SOUTIEN À LA RECHERCHE
Services techniques
Services d'informatique et de programmation
Opérations techniques
DIVISION DES SERVICES DU PERSONNEL
Finances et administration
Bâtiments et biens
Gestion du matériel

PERSONNEL SCIENTIFIQUE ET PUBLICATIONS

ÉQUIPE DE GESTION DE L'INRE

Directeur
R.J. Daley
B.A., M.Sc., Ph.D. (Queen's)
limnologie et écologie microbienne

Directeur, Direction de la recherche sur les lacs
R.J. Allan
B.Sc. (Aberdeen), M.S. (Wisconsin),
Ph.D. (Dartmouth), D.Sc. (Aberdeen)
géochimie appliquée et limnologie

Directeur, Direction de la recherche sur les cours d'eau
E.D. Ongley
B.A. (Toronto), Ph.D. (Sydney)
géomorphologie et interactions terre-eau

Directeur, Direction de la recherche pure et appliquée
J. Lawrence
B.Sc., Ph.D. (Bristol)
chimie analytique et assurance de la qualité

Chef, Division de la liaison scientifique
Poste vacant

Chef, Division du soutien à la recherche
J.D. Smith, C.D.

DIRECTION DE LA RECHERCHE SUR LES LACS

Bureau du directeur

Directeur
R.J. Allan
B.Sc. (Aberdeen), M.S. (Wisconsin),
Ph.D. (Dartmouth), D.Sc. (Aberdeen)
géochimie appliquée et limnologie

Chercheur principal
J.M. Barica
B.Sc., M.Sc. (Bratislava), Ph.D., D.Sc. (Prague)
limnologie et écologie des algues

Agent de liaison scientifique
C.B. Gray
B.Sc. (Colombie-Britannique), M.Sc. (Queen's)
limnologie biogéochimique et régénération des lacs

PUBLICATIONS

Allan, R.J. 1989. Factors affecting sources and fate of persistent toxic organic chemicals: examples from the Laurentian Great Lakes. *Dans* : Aquatic Toxicology [A. Boudou et F. Ribeyre, éditeurs], Chapitre 9.3, pp. 219-248, CRC Press.

Allan, R.J. 1989. Remedial Action Plan Research and Study Needs. Comité directeur, Commission mixte internationale, 33 pages.

Allan, R.J. et A. Mudroch. 1989. The impact of gold mining on Canadian aquatic environments and remedial options. Dans : Metals and Metalloids in the Hydrosphere, Impact Through Mining and Industry, and Prevention Technology in Tropical Environments, pp. 47-62, Institut asiatique de technologie, Bangkok, Thaïlande.

Allan, R.J. 1990. Chlorophenolics in the Fraser River and estuary. *Dans* : Estuarine Water Quality Management [W. Michaelis, éditeur], pp. 449-454, Springer Verlag.

Barica, J. 1989. Recovery of the Laurentian Great Lakes, 1971-85: eutrophication aspects. Symp. Biol. Hung. 38: 43-59.

Barica, J. 1989. Increases of nitrate in the Great Lakes. Proceedings of the Fifth International Symposium of the CIEC [E. Welte et I. Szabols, éditeurs], Göttingen, pp. 61-67.

Barica, J. 1989. Unique limnological phenomena affecting water quality of Hamilton Harbour, Lake Ontario. J. Great Lakes Res. 15: 519-530.

Barica, J. et R.J. Daley. 1989. Sustainable development and water research. Bulletin de l'INRE, numéro 6, juin 1989.

Interactions des substances nutritives et des contaminants

Responsable du projet
J.H. Carey
B.Sc., M.Sc. (Windsor), Ph.D. (Carleton)
cheminements des contaminants organiques dans les écosystèmes aquatiques

Responsables d'étude
R.M. Baxter
B.Sc. (Mount Allison), Ph.D. (McGill)
déshalogénation réductrice des contaminants et impacts des réservoirs

F.M. Boyce
B.A.Sc. (Colombie-Britannique), M.Sc. (McGill)
limnologie physique

B.K. Burnison
B.S. (Montana), M.S., Ph.D. (Oregon State)
effets des contaminants sur l'activité microbienne

F. Chiocchio
B. Eng. (Waterloo)
limnologie physique

D.R S. Lean
B.A.Sc., Ph.D. (Toronto)
bioénergétique dans les écosystèmes lacustres

G.G. Leppard
B.A., B.Sc., M.A. (Saskatchewan),
M.S., M.Phil., Ph.D. (Yale)
physiologie cellulaire

Personnel professionnel et technique
K. Edmondson, B.Sc. (Western Ontario)
J.H. Hart
D.J. Nuttley

PUBLICATIONS

Baxter, R.M. 1989. A bibliography on the environmental effects of dams, impoundments, and diversions. Collection 89-18 de l'INRE.

Baxter, R.M. 1989. Reductive dehalogenation of environmental contaminants: a critical review. Water Poll. Res. J. Canada 20: 121-144.

Boyce, F.M., M.A. Donelan, P.F. Hamblin, C.R. Murthy et T.J. Simons. 1989. Thermal structure and circulation in the Great Lakes. Atmosphere-Ocean 27: 607-642.

Boyce, F.M., P.F. Hamblin, D.G. Robertson et **F. Chiocchio**. 1989. Evaluation of sediment traps in Lake St. Clair, Lake Ontario and in Hamilton Harbour. Collection 89-09 de l'INRE.

Brownlee, B.G., **J.H. Carey** et I.T. Pellizzari. 1990. Environmental dynamics of benzothiazole-based pesticides. Collection 90-58 de l'INRE.

Buffle, J., **G.G. Leppard**, R.R. DeVitre et D. Perret. 1990. Submicron sized aquatic compounds: from artefacts to ecologically meaningful data. Proc. Amer. Chem. Soc. 30: 337-340.

Burnison, B.K. et **D.J. Nuttley**. Purification of DNA for bacterial productivity estimates. Appl. Environ. Microbiol. 56: 362-365.

Burnison, B.K. et **D.J. Nuttley**. 1990. Effects of eight pesticides on the incorporation of thymidine and leucine in an aquatic environment: a preliminary report. Collection 90-18 de l'INRE.

Carey, J.H., **D.R.S. Lean**, W.D. Taylor et D.J. McQueen. 1989. The influence of lake trophic status on concentrations of atmospherically derived organochlorine contaminants in lake zooplankton. Collection 89-28 de l'INRE.

Carey, J.H., **J.H. Hart** et N.A. Rukavina. 1989. Occurrence of biphenyl and diphenyl ether in the St. Clair River: sediment contamination by heat transfer fluids. Collection 89-47 de l'INRE.

Carey, J.H., E.D. Ongley et E. Nagy. 1989. Hydrocarbon transport in the Mackenzie River, Canada. Sci. Tot. Env. 97/98: 69-88.

Carignan, R. et **D.R.S. Lean**. 1990. Regeneration of dissolved substances in the hypolimnion of a seasonally anoxic lake. Limnol. Oceanogr. Sous presse.

Cooper, W.J. et **D.R.S. Lean**. 1989. Hydrogen peroxide concentration in a northern lake: photochemical formation of diel variability. Environ. Sci. & Tech. 23: 1425-1428.

Hamblin, P.F., J.A. Bull et **F. Chiocchio**. 1989. Field evaluation of a microprocessor-based recording current meter modified for wave research. Ocean Eng. 16: 567-574.

Hodson, J.J., J.C. Roff et **B.K. Burnison**. 1990. Measuring epilithic bacterial production in streams. Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques 47: 1813-1820.

Leppard, G.G., J. Buffle, R.R. DeVitre et D. Perret. 1990. An analysis of amorphous iron and its dispersion in a lacustrine ecosystem. Environ. Prot. Eng. Sous presse.

Leppard, G.G. et **B.K. Burnison**. 1990. Transmission electron microscopy of the natural organic matter of surface waters. Anal. Chim. Acta 232: 107-121.

Mazunder, A., W.D. Taylor, D.J. McQueen et **D.R.S. Lean**. 1989. Effects of nutrients and grazers on periphyton phosphorus in lake enclosures. Freshwater Biology 22: 405-415.

Mazunder, A., W.D. Taylor, D.J. McQueen, **D.R.S. Lean** et N.R. Lafontaine. 1990. A comparison of lakes and lake enclosures with contrasting abundance of planktivorous fish. J. Plankton Res. 12: 109-124.

Mazumder, A., W.D. Taylor, D.J. McQueen et **D.R.S. Lean**. 1990. Effects of fish and plankton on lake temperatures and mixing depth. Science 247: 312-315.

Mazumder, A., D.J. McQueen, W.D. Taylor et **D.R.S. Lean**. 1990. Pelagic food web interactions and hypolimnetic oxygen depletion: results from experimental enclosures and lakes. Aquatic Sciences 52: 144-155.

Mazumder, A., D.J. McQueen, W.D. Taylor, **D.R.S. Lean** et M.D. Dickman. 1990. Micro- and mesozooplankton grazing on natural pico- and nanoplankton in contrasting plankton communities produced by planktivore manipulation and fertilization. Arch. Hydrobiol. 118: 257-282.

McQueen, D.J., M.R.S. Johannes, J.R. Post, T.J. Stewart et **D.R.S. Lean**. 1990. Biomanipulation and community structure at Lake St. George, Ontario, Canada. Verh. Internat. Verein. Limnol. Sous presse.

Munawar, M., **G.G. Leppard**, I.F. Munawar et L.H. McCarthy. 1990. Ecotoxicology of stressed environments: structural and functional strategy. Verh. Internat. Verein. Limnol. Sous presse.

Oliver, B.G., **R.M. Baxter** et H. B. Lee. 1989. Polychlorinated biphenyls. *Dans* : Analysis of Trace Organics in the Aquatic Environment (B.K. Afghan et A.S.Y. Chau, éditeurs), pp. 31-68, CRC Press, Boca Raton, Floride.

Perret, D., R.R. DeVitre, **G.G. Leppard** et J. Buffle. 1990. Characterizing autochthonous iron particles and colloids — the need for better particle analysis methods. *Dans* : Large Lakes — Ecological Structure and Function (M.M. Tilzer et C. Serruya, éditeurs), pp. 224-244, Springer-Verlag, Berlin.

Rao, S.S., **B.K. Burnison** et J.O. Nriagu. 1989. Microbiological studies of lake acidification: toxicological implications. Arch. Hydrobiol. Beih. 33: 273-284.

Shore, E., A. Wood et **G.G. Leppard**. 1990. How do lakes clean themselves? Notre environment 3(6): 2-3 (le bulletin national d'Environment Canada).

Tudorancea, C., **R.M. Baxter** et C.H. Fernando. 1989. A comparative limnological study of zoobenthic associations in lakes of the Ethiopian Rift Valley. Arch. Hydrobiol. 83: 121-174.

Wainman, B.C. et **D.R.S. Lean**. 1990. Seasonal trends in planktonic lipid content and lipid class. Verh. Internat. Verein. Limnol. Sous presse.

SeaWood, D.J. Kushner et **G.G. Leppard**. 1990. Sticking with algae. Research and Development 204: 4.

Interactions des sédiments et de l'eau

Responsable du projet

A. Mudroch
Dipl. en chimie (Collège d'état, Prague),
M.Sc. (McMaster)
biodisponibilité des contaminants des sédiments

Responsables d'étude

J.P. Coakley
B.Sc. (St-François-Xavier), M.Sc. (Ottawa),
Ph.D. (Waterloo)
phénomènes riverains et dynamique des sédiments

S.R. Joshi
B.Sc. (Punjab), M.Sc., Ph.D. (Roorkee)
cheminements des radionucléides en milieu aquatique

E. Nagy
Dipl. en chimie (Debrecen), M.Sc., Ph.D. (Saskatchewan)
accumulation et persistance des contaminants organiques dans les sédiments d'eau douce

T. Reynoldson
B.Sc. (Leeds), M.Sc. (Calgary), Ph.D. (Lancaster)
invertébrés benthiques et cycle des contaminants dans les sédiments

F. Rosa
B.Sc. (McMaster)
phénomènes sédiments-eau et cycle des contaminants

A.J. Zeman
B.Sc. (Queen's), M.Sc. (McGill)
subaqueuse des sédiments lacustres

Personnel professionnel et technique

J.A. FitzGerald
S.P. Thompson, B.Sc. (Guelph)

PUBLICATIONS

Allan, R.J. et **A. Mudroch**. 1989. The impact of gold mining on Canadian aquatic environments and remedial options. *Dans* : Metals and Metalloids in the Hydrosphere, Impact Through Mining and Industry, and Prevention Technology in Tropical Environments, pp. 47-62, Institut asiatique de technologie, Bangkok, Thaïlande.

Bishop, C.T. et **J.P. Coakley**. 1989. *Stratigraphy of the Sixteen Mile Creek Lagoon, and its implications for Lake Ontario water levels: Discussion.* Journal canadien des sciences de la terre 26: 1074-1076.

Bobba, A.G. et **S.R. Joshi**. 1988. *Groundwater transport of radium-226 and uranium from Port Granby waste management site to Lake Ontario.* Nucl. Chem. Waste Manage. 8: 199-209. (Traduit en japonais par Metsubishi Metal Corporation dans Groundwater Contamination Modelling Report, pp. 85-100.)

Bobba, A.G. et **S.R. Joshi**. 1989. *Application of an inverse approach to a Canadian radioactive waste disposal site.* Ecol. Model. 46: 195-221.

Carey, J.H., E.D. Ongley et **E. Nagy**. 1989. *Hydrocarbon transport in the Mackenzie River, Canada.* Sci. Tot. Env. 97/98: 69-88.

Coakley, J.P. 1990. *Tracing long-term fine sediment transport in Humber Bay, Lake Ontario.* Collection 90-03 de l'INRE.

Coakley, J.P. 1989. *The origin and evolution of a complex cuspate foreland: Pointe-aux-Pics, Lake Erie.* Géographie Physique et Quaternaire 43: 65-76.

Coakley, J.P. 1990. *Contamination hazard from waste disposal sites near receding Great Lakes shorelines.* Water Poll. Res. J. Canada 24: 81-100.

Coakley, J.P. et J.P.M. Syvitski. 1989. *Sedigraph technique*, Chapitre 10. *Dans* : Modern Techniques of Grain-Size Analysis [J.P.M. Syvitski, éditeur], Cambridge University Press. Sous presse. Contribution 34489 de la Commission géologique du Canada.

Dobos, R.Z., D.S. Painter et **A. Mudroch**. 1990. *Contaminants in vegetation, earth worms and dredged sediments in confined disposal facilities on Canadian Great Lakes.* Collection 90-35 de l'INRE.

Dobos, R.Z., D.S. Painter et **A. Mudroch**. 1990. *Contaminants in wildlife utilizing confined disposal facilities.* Collection 90-41 de l'INRE.

Joshi, S.R. 1989. *Common analytical errors in the radiodating of recent sediments.* Environ. Geol. Water Sci. 14: 203-207.

Joshi, S.R. 1989. *Determination of americium-241 in sediments by direct counting of low-energy photons.* Appl. Rad. Isotopes 40: 691-699.

Joshi, S.R. et A.G. Bobba. 1989. *Estimation of mixing rates in western Lake Ontario sediments by finite element analysis of Pb-210 profiles.* Environ. Geol. Water Sci. 13: 195-200.

Joshi, S.R., D.T. Waite et R.F. Flatford. 1989. *Vertical distribution of uranium mill tailing contaminants in the Langley Bay, Lake Athabasca sediments.* Sci. Tot. Env. 87/88: 85-104.

Metcalfe, J.L. et **T.B. Reynoldson**. 1989. *Préface de la section spéciale sur l'utilisation des invertébrés benthiques dans les évaluations environnementales.* Actes d'un symposium tenu à la «31st Conference on Great Lakes Research», McMaster University, Hamilton, Ontario. J. Great Lakes Res. 15: 537.

Mudroch, A., F.I. Onuska et L. Kalas. 1989. *Distribution of polychlorinated biphenyls in water, sediment and biota of two harbours.* Chemosphere 18: 2141-2154.

Mudroch, A. et K.J. Hill. 1990. *Distribution of mercury in Lake St. Clair and the St. Clair River sediments.* Water Poll. Res. J. Canada 24: 1-21.

Nalewajko, C., C. Ewing et **A. Mudroch**. 1989. *Effects of contaminated sediments and standard elutriates on primary production in Lake Ontario.* Water Air Soil Pollut. 25: 275-286.

Noton, L.R., A.M. Anderson, **T.B. Reynoldson** et J. Kostiev. 1989. *Water quality in the Wapiti-Smoky River system downstream of the Proctor and Gamble pulp mill, 1983.* Alberta Environment, 113 p.

Orchard, I. et **A. Mudroch**. 1989. *An overview of treatment technologies for contaminated sediments in the Great Lakes.* Proceedings of the XII World Dredging Congress, Orlando, Floride, pp. 603-610.

Flatford, R.F. et **S.R. Joshi**. 1989. *Radionuclide partitioning across the Great Lakes natural interfaces.* Environ. Geol. Water Sci. 14: 183-186.

Reynoldson, T.B. et M.A. Zarull. 1989. *The biological assessment of contaminated sediments. The Detroit River example.* Hydrobiologia 188-189: 463-476.

Reynoldson, T.B., D.W. Schloesser et B.A. Manny. 1989. *Development of a benthic invertebrate objective for mesotrophic Great Lakes waters.* J. Great Lakes Res. 15: 669-686.

Rossi, F.,). Bloesch et D.E. Rathke. 1990. Sampling the settling and suspended particulate matter (spm). *Dans* : Handbook of Techniques for Aquatic Sediment Sampling [Mudroch/MacKnight, éditeurs], CRC Press Handbook. Sous presse.

Roy, J.-C., J.-E. Coté, R.W. Durham et **S.R. Joshi**. 1989. A study of the Indium and Germanium photopeaks in the background spectra of Ge spectrometers with a passive shield. J. Radioanal. Nucl. Chem., Art. 130: 221-230.

Rukavina, N.A., **A. Mudroch** et **S.R. Joshi**. 1989. The geochemistry and sedimentology of the surficial sediments of Lac Saint-Louis, St. Lawrence River. Sci. Tot. Env. 97/98: 481-494.

Shukla, B.S. et **S.R. Joshi**. 1989. An evaluation of the CIC model of Pb-210 dating. Environ. Geol. Water Sci. 14: 203-207.

Stone, M. et **A. Mudroch**. 1989. The effect of particle size, chemistry and mineralogy of river sediments on phosphate adsorption. Environ. Technol. Lett. 10: 501-510.

Waite, D.T., **S.R. Joshi** et H. Sommerstad. 1989. Movement of dissolved radionuclides from submerged uranium mine tailings into the surface water of Langley Bay, Saskatchewan, Canada. Environ. Contam. Toxicol. 18: 881-887.

Zaman, A.J. 1989. Numerical modelling of seepage erosion in shore bluffs consisting of glaciolacustrine silts. Proceedings of the Third International Symposium on Numerical Methods in Geomechanics (NUMOG III) [S. Pietruszcza et G.N. Pande, éditeurs], Elsevier Applied Science, pp. 375-382.

Interactions de l'air et de l'eau

Responsable du projet

W.M.J. Strachan
B.A., M.A. (Toronto), Ph.D. (Queen's)
contaminants organiques persistants, échantillons atmosphériques et modélisation des systèmes aquatiques

Responsables d'étude

L.D. Delorme
B.Sc. (Saskatchewan), M.Sc. (Alberta),
Ph.D. (Saskatchewan)
paléoclimatologie et écologie des invertébrés en relation avec la qualité de l'air et de l'eau

W.A. Glooschenko
B.S. (Berkeley), M.S. (Davis), Ph.D. (Oregon State)
biogéochimie des terres humides et de la tourbe; transport atmosphérique des métaux

D.J. Gregor
B.A. (McMaster), M. Sc. (Queen's), Ph.D.(Genève)
contaminants-traces organiques dans les écosystèmes arctiques

J.O. Nriagu
B.Sc. (Ibadan), M.S. (Wisconsin),
Ph.D. (Toronto), D.Sc. (Ibadan)
dépôt et géochimie des métaux-traces et du soufre dans les systèmes aquatiques

W.M Schertzer
B.A. (Windsor), M.Sc. (McMaster)
climatologie physique et modélisation de la qualité de l'eau

M.R. Servos
B.Sc., M.Sc. (Guelph), Ph.D. (Manitoba)
chimie des contaminants organiques dans l'environnement

Personnel professionnel et technique

D. Burniston, B.Sc. (Western)
M. Dahl, B.Sc., M.Sc. (Waterloo)
N. Harper, B.S. (Vermont)
T. Hooey, B.Sc. (Guelph)

PUBLICATIONS

Bidleman, T.F., G.W. Patton, M.D. Walla, B.T. Hargrave, W.P. Pass, P. Erickson, B. Fowler, V. Scott et **D.J. Gregor**. 1989. Toxaphene and other organochlorines in Arctic Ocean fauna: evidence for atmospheric delivery. Arctic 42: 307-313.

Eriksson, G., S. Jensen, H. Kylin et **W.M.J. Strachan**. 1989. The pine needle as a monitor of atmospheric pollution. Nature 341: 42-44.

Flegal, A.R., **J.O. Nriagu**, S. Niemeyer et K.H. Coales. 1989. Isotopic tracers of lead contamination in the Great Lakes. Nature 339: 455-458.

Gregor, D.J. et W. Gummer. 1989. Evidence of atmospheric transport and deposition of organochlorine pesticides and PCBs in Canadian Arctic snow. Environ. Sci. & Tech. 23: 561-565.

Havel, J., P. Herbert et **L.D. Delorme**. 1990. Genetics of sexual Ostracoda from a low Arctic site. J. Evol. Biol. 3: 65-84.

Rao, S.S., B.K. Burnison et **J.O. Nriagu**. 1989. Microbiological studies of lake acidification: toxicological implications. Arch. Hydrobiol. Beih. 33: 273-284.

Roulet, N.T., L. Barrie, **W.A. Glooschenko**, R.C. Harriss, K. Higuchi, J.J. MacPherson, T.R. Moore, A. Neumann, R. Protz et H.I. Schiff. 1990. Northern wetlands study (NWS): assessment of the role of northern Canadian wetlands in the exchange of atmospheric trace gases. Ecol. Bull. Sous presse.

Simons, T.J. et **W.M. Schertzer**. 1989. Modelling wind-induced water level set-up in Lake St. Clair. J. Great Lakes Res. 15: 452-464.

Simons, T.J. et **W.M. Schertzer**. 1989. The circulation of Lake Ontario during the summer of 1982 and the winter of 1982-83. Série scientifique 171 de la DGEI.

Interactions des eaux du littoral et du large

Responsable du projet

K.L.E. Kaiser
B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Université technique, Munich)
sources, taux, devenir et effets des contaminants organiques dans les milieux aquatiques; relations quantitatives structure-activité des substances chimiques

Responsables d'étude

S.R. Esterby
B.A. (Queen's), Ph.D. (Waterloo)
statistique environnementale appliquée

E. Halfon
B.A. (Milan), Ph.D. (Georgia)
modélisation environnementale; simulation et classement; systèmes experts

P.F. Hamblin
B.Sc. (Toronto), M.Sc. (Colombie-Britannique), Ph.D. (Washington)
dynamique et thermodynamique des lacs et des réservoirs

C.R. Murthy
B.Eng (Mysore), M.Eng. (Indian Institute of Science), Ph.D. (Waterloo)
transport en régime turbulent et phénomènes de diffusion dans les lacs

Personnel professionnel et technique

M.E. Comba
H.F.H. Dobson
K.C. Miners, B.A. (Western Ontario)
V.S. Palabrica

PUBLICATIONS

Boyce, F.M., M.A. Donelan, **P.F. Hamblin**, **C.R. Murthy** et T.J. Simons. 1989. Thermal structure and circulation in the Great Lakes. Atmosphere-Ocean 27: 607-642.

Boyce, F.M., **P.F. Hamblin**, D.G. Robertson et F. Chiocchio. 1989. Evaluation of sediment traps in Lake St. Clair, Lake Ontario and Hamilton Harbour. Collection 89-09 de l'INRE.

Comba, M.E. et **K.L.E. Kaiser**. 1990. Suspended particle concentrations in the St. Lawrence River (1985-87) determined by centrifugation and filtration. Sci. Tot. Env. 97/98: 191-206.

Dobson, H.F.H. 1990. Some observations of (non-toxic) chemicals in water samples from the St. Lawrence River from Kingston to Quebec City. Rapp. géol. Ministère de l'Énergie et des Ressources (Québec). Sous presse.

El-Shaarawi, A.H., **S.R. Esterby** et G.D. Howell. 1989. The use of historical information for selecting a sample from a population of lakes. Water Air Soil Pollut. 46: 305-316.

El-Shaarawi, A.H., **S.R. Esterby** et H.O. Block. 1989. The analysis of censored data: an application to toxic contaminant data from the Bow and South Saskatchewan rivers. Collection 89-174 de l'INRE.

El-Shaarawi, A.H. et **S.R. Esterby**. 1990. Replacement of censored observations by arbitrary values: an evaluation. Collection 90-68 de l'INRE.

Esterby, S.R. 1989. Some statistical considerations in the assessment of compliance. Environ. Monit. Assess. 12: 103-112.

Esterby, S.R., A.H. El-Shaarawi, G.D. Howell et T.A. Clair. 1989. Spatial characterization of acidification-related parameters in sensitive regions of Atlantic Canada. Water Air Soil Pollut. 46: 289-303.

Esterby, S.R., A.H. El-Shaarawi et H.O. Block. 1989. The evaluation of the effect of method and laboratory changes using monitoring network data. Collection 90-44 de l'INRE.

Esterby, S.R., A.H. El-Shaarawi et H.O. Block. 1989. The estimation of water quality changes between locations within a river system. Collection 90-45 de l'INRE.

Gagnon, M., J.J. Dobson, **M.E. Comba** et **K.L.E. Kaiser**. 1990. Congener-specific distribution of polychlorinated biphenyls in the aquatic food chain of the upper St. Lawrence River estuary. Sci. Tot. Env. 97/98: 739-759.

Hamblin, P.F., D.G. Robertson et F.E. Roy. 1989. A preliminary evaluation of an acoustic flowmeter in a ship canal including data summary. Collection 89-46 de l'INRE.

Hamblin, P.F. 1989. Observations and model of sediment transport near the turbidity maximum of the upper St. Lawrence estuary. J. Geophys. Res. 94: 14419-14428.

Hamblin, P.F., J.A. Bull et F. Chiocchio. 1989. Field evaluation of a microprocessor-based recording current meter modified for wave research. Ocean Eng. 16: 567-574.

Ivey, G.N. et **P.F. Hamblin**. 1989. Convection near the temperature of maximum density for high Rayleigh number, low aspect ratio, rectangular cavities. J. Heat Transfer 111: 100-105.

Kaiser, K.L.E., K.R. Lum, **M.E. Comba** et **V.S. Palabrica**. 1990. Organic trace contaminants in St. Lawrence River water and suspended sediments, 1985-87. Sci. Tot. Env. 97/98: 23-40.

Kaiser, K.L.E., B.G. Oliver, M.N. Charlton, K.D. Nicol et **M.E. Comba**. 1990. Polychlorinated biphenyls in St. Lawrence River sediments. Sci. Tot. Env. Sous presse.

Kaiser, K.L.E., K.R. Lum et **V.S. Palabrica**. 1988. A review of field applications of the Microtox test in Great Lakes and St. Lawrence River waters. Water Poll. Res. J. Canada 23: 270-278.

Lee, D., **P.F. Hamblin**, A.A. Smith et W.J. Snodgrass. 1989. Comparison of bottom and surface cooling water withdrawals in a harbour. Collection 89-45 de l'INRE.

Masse, A.K. et **C.R. Murthy**. 1989. Observations of the Niagara River thermal front. Collection 89-35 de l'INRE.

Murthy, C.R. et K.C. Miners. 1989. Mixing characteristics of the Niagara River plume in Lake Ontario. Water poll. Res. J. Canada 24: 143-162.

Schwab, D.J., A.H. Clites, **C.R. Murthy**, J.E. Sandall et L.G. Meadows. 1989. The effect of wind on transport and circulation in Lake St. Clair. J. Geophys. Res. 94: 4947-4958.

Tsanis, I., J. Biberhofer, **C.R. Murthy** et **K.C. Miners**. 1989. Loadings of selected chemicals into the St. Lawrence River system from Lake Ontario. Collection 89-44 de l'INRE.

Wong, I., D.A. Swayne, **C.R. Murthy** et D.C.L. Lam. 1989. Fast graphical simulations of chemical spills and plumes for the application to the Great Lakes. Ecol. Model. 47: 161-173.

Restauration des lacs

Responsable du projet

M.N. Charlton
B.Sc., M.Sc. (Toronto)
limnologie

Responsables d'étude

M.E. Fox
B.Sc. (Mount Allison)
chimie des substances organiques toxiques

M. Hanna
B.Sc. (Ottawa), M.Sc., Ph.D. (Toulouse)
limnologie

P.G. Manning
B.Sc., Ph.D. (Wales)
géochimie du Fe et autres métaux, et du P

T. Mayer
M.Eng. (Université technique de Tchécoslovaquie),
M.Sc. (McMaster)
géochimie du fer et du phosphore

T.P. Murphy
B.Sc. (Queen's), M.Sc. (Toronto), Ph.D. (Colombie-Britannique)
limnologie de la restauration

D.S. Painter
B.Sc., M.Sc. (Guelph)
études sur les plantes aquatiques

N.A. Rukavina
B.A. (Toronto), M.Sc. (Western Ontario),
Ph.D. (Rochester)
sédimentologie des sédiments d'eau douce

Personnel professionnel et technique

W.G. Booth
L.L. Kalas, B.Sc., Ph.D. (Bratislava)
P.A. Thiessen

PUBLICATIONS

Babin, J.M., E.E. Prepas, **T.P. Murphy** et H. Hamilton. 1989. A test of the effects of lime on algal biomass and total phosphorus concentrations in Edmonton storm water retention lakes. Lake and Reservoir Management 5: 129-135.

Brouwer, H., **T.P. Murphy** et L. McArdle. 1990. A sediment-contact bioassay with *Photobacterium phosphoreum*. Collection 90-11 de l'INRE.

Carey, J.H., J.H. Hart et **N.A. Rukavina**. 1989. Occurrence of biphenyl and diphenyl ether in the St. Clair River: sediment contamination by heat transfer fluids. Collection 89-47 de l'INRE.

Dobos, R.Z., **D.S. Painter** et A. Mudroch. 1990. Contaminants in vegetation, earthworms and dredged sediment in confined disposal facilities on Canadian Great Lakes. Collection 90-35 de l'INRE.

Dobos, R.Z., **D.S. Painter** et A. Mudroch. 1990. Contaminants in wildlife utilizing confined disposal facilities. Collection 90-41 de l'INRE.

Fox, M.E. et J.H. Carey. 1989. Dynamics of plume dispersion of 1,2,3,4-tetrachlorobenzene from the Niagara River into Lake Ontario. Collection 89-52 de l'INRE.

Fox, M.E. 1989. Toxins in our fish: a complex problem with no quick fix. Canadian Sportfishing: Fall 1989, pp. 25-28.

Hanna, M. 1989. Biologically available phosphorus: estimation and prediction using an anion exchange resin. Journal canadien ches sciences halieutiques et aquatiques 46: 638-643.

Hume, T.M., **M.E. Fox** et R.J. Wilcock. 1989. Use of organochlorine contaminants to measure sedimentation rates in estuaries: a case study from Manukau Harbour. J. Roy. Soc. N.Z. 19: 305-317.

Manning, P.G. 1990. Intensive vivianite formation in sediments of Narrow Lake, Alberta. Can. Mineral. Sous presse.

Manning, P.G. 1990. Forms of iron, phosphorus and sulfur in the sediments of eutrophic Bay of Quinte, Ontario. Collection 90-06 de l'INRE.

Manning, P.G., T.P. Murphy et E.E. Prepas. 1990. Intensive vivianite formation in the bottom sediments of mesotrophic Narrow Lake, Alberta. Collection 90-05 de l'INRE.

Mayer, T. et **P.G. Manning**. 1989. Variability of phosphorus forms in suspended solids at the Lake Erie-Grand River confluence. J. Great Lakes Res. 15: 687-699.

Metcalfe, J.L. et **M.N. Charlton**. 1990. Freshwater mussels as biomonitors for organic industrial contaminants and pesticides in the St. Lawrence River. Sci. Tot. Env. 97/98: 595-615.

Mudroch, A., F.I. Onuska et **L. Kalas**. 1989. Distribution of polychlorinated biphenyls in water, sediment and biota of two harbours. Chemosphere 18: 2141-2154.

Murphy, T.P. 1990. Oxygen treatment of Hamilton Harbour: a pilot scale test. Collection 90-08 de l'INRE.

Murphy, T.P. et E.E. Prepas. 1989. Lime treatment of hardwater lakes to reduce eutrophication. Collection 90-10 de l'INRE.

Painter, D.S. et P. Harvey. 1989. Contaminant status of Cootes Paradise sediments in the vicinity of the marsh restoration project. Collection 89-06 de l'INRE.

Painter, D.S. et K.J. McCabe. 1989. Water clarity in Hamilton Harbour. Collection 89-31 de l'INRE.

Painter, D.S. et M.B. Jackson. 1989. *Cladophora* internal phosphorus modelling: verification. J. Great Lakes Res. 15: 700-708.

Painter, D.S., L. Hampson et K.J. McCabe. 1990. Hamilton harbour water clarity response to nutrient abatement. Collection 90-14 de l'INRE.

Painter, D.S., L. Hampson et K.J. McCabe. 1990. Grindstone Creek water clarity — sources and effects. Collection 90-15 de l'INRE.

Painter, D.S. et L. Hampson. 1990. Cootes Paradise water clarity — 1989 update. Collection 90-24 de l'INRE.

Painter, D.S. 1990. Establishing habitat goals and response in an Area of Concern using a geographic information system. Collection 90-20 de l'INRE.

Painter, D.S. 1988. Long-term effects of mechanical harvesting on Eurasian watermilfoil. J. Aquatic Plant Manage. 26: 25-29.

Painter, D.S. et K.J. McCabe. 1988. Investigation into the disappearance of Eurasian watermilfoil from the Kawartha Lakes. J. Aquatic Plant Manage. 26: 3-12.

Painter, D.S. et K.J. McCabe. 1988. Phosphorus release from herbicide-killed milfoil. Collection 88-34 de l'INRE.

Painter, D.S., K.J. McCabe et W.L. Simser. 1988. Past and present limnological conditions in Cootes Paradise affecting aquatic vegetation. Collection 88-47 de l'INRE.

Prepas, E.E., **T.P. Murphy**, J. Crosby, D.T. Walty, J.T. Lim, J. Babin et P.A. Chambers. 1990. The impact of $CaCO_3$ and $Ca(OH)_2$ additions on hypertrophic Figure Eight Lake, Alberta. Environ. Sci. & Tech. 24: 1252-1258.

Prepas, E.E., **T.P. Murphy**, J.M. Babin et J.T. Lim. 1989. Farm water dugouts — a manual use of lime to provide good water quality. Collection 90-16 de l'INRE.

Rukavina, N.A., A. Mudroch et S.R. Joshi. 1989. The geochemistry and sedimentology of the surficial sediments of Lac Saint-Louis, St. Lawrence River. Sci. Tot. Env. 97/98: 481-494.

Ward, P.R.B., K.J. Hall, T.G. Northcote, W. Cheung et **T.P. Murphy**. 1990. Autumnal mixing in Mahoney Lake, British Columbia. Hydrobiologia 197: 129-138.

Bureau du directeur

Directeur

E.D. Ongley
B.A. (Toronto), Ph.D. (Sydney)
géomorphologie et interactions terre-eau

Chercheur principal

R.L. Thomas
B.Sc., Ph.D. (Wales)
sédimentologie et géochimie

Agent de liaison scientifique

H.H. Vaughan
B.Sc. (Dalhousie), Ph.D. (Florida)
chimie et paléoécologie des milieux aquatiques

PUBLICATIONS

Carey, J.H., **E.D. Ongley** et E. Nagy. 1990. Hydrocarbon transport in the Mackenzie River, Canada. Sci. Tot. Env.97/98: 69-88.

Droppo, I.G. et **E.D. Ongley**. 1989. Flocculation of suspended solids in southern Ontario rivers. *Dans* : Sediment and the Environment [R.F. Hadley et E.D. Ongley, éditeurs]. Publication 184 de l'AISH, pp. 91-100.

Hadley, R.F. et **E.D. Ongley** [éditeurs]. 1989. Sediment and the Environment. Proceedings of the IAHS Third Scientific Assembly, May 17-18, Baltimore, Maryland, Publication 184 de l'AISH.

Krishnappan, B.G. et **E.D. Ongley**. 1989. River sediments and contaminant transport — changing needs in research, pp. 530-538. Proceedings of the Fourth International Symposium on River Sedimentation, du 5 au 9 juin 1989, Beijing, Chine.

Krishnappan, B.G. et **E.D. Ongley**. 1989. Measurement of size distribution of sediment flocs. Collection 89-108 de l'INRE.

Krishnappan, B.G., I.G. Droppo, S.S. Rao et **E.D. Ongley**. 1990. Testing of a filter fractionation technique using Malvern particle analyzer. Collection 90-157 de l'INRE.

Ongley, E.D., T.R. Yuzyk et B.G. Krishnappan. 1990. Vertical and lateral distribution of fine-grained particulates in prairie and cordilleran rivers: sampling implications for water quality programs. Water Res. 24: 303-312.

Ongley, E.D. et **R.L. Thomas**. 1989. Dewatering suspended solids by continuous-flow centrifugation: practical considerations. Hydrological Processes 3: 255-260.

Rao, S.S., J.H. Weng, B.G. Krishnappan, R.J. Maguire et **E.D. Ongley**. 1989. Adsorption of dyes to various size-fractions of suspended solids from the Yamaska River, Quebec. Collection 89-163 de l'INRE.

Modélisation des cours d'eau

Responsable du projet

S. Beltaos
Dipl. de génie civil (Athènes), M.Sc., Ph.D. (Alberta)
études sur les glaces des cours d'eau

Responsables d'étude

B.G. Brownlee
B.Sc., M.Sc. (Alberta), Ph.D. (Nouveau-Brunswick), P.Eng.
composants du goût et de l'odeur et analyse de la qualité de l'eau

R.P. Bukata
B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Manitoba)
optique en milieu aquatique et études par satellite

B.G. Krishnappan
B.E. (Madras), M.Sc. (Calgary), Ph.D. (Queen's), P.Eng.
dynamique des cours d'eau

Y.L. Lau
B.A.Sc., M.A.Sc., Ph.D. (Toronto)
dynamique des cours d'eau

J. Marsalek
Dipl. Eng., Cand. Tech. Sci. (Prague), P.Eng.
hydrologie urbaine

G. Tsang
B.E., M.Eng.Sc. (New South Wales), Ph.D. (Waterloo), P.Eng.
études sur les glaces

Personnel professionnel et technique

J.E. Bruton, B.Sc. (McMaster)
I.G. Droppo, B.A., M.Sc. (McMaster)
J.H. Jerome, B.Eng. (McMaster)
G.A. MacInnis, B.Sc. (I.-P.-É.)
H.F.Y. Ng, B.Sc. (Taiwan), M.Sc. (Southampton), P.Eng.
E.L. Petticrew, B.Sc. (Queen's), M.Sc. (Colombie-Britannique), Ph.D. (McGill)

PUBLICATIONS

Belore, S.H., Burrell, B.C. et **S. Beltaos**. 1990. Ice jam mitigation. Rev. can. gén. civ. 17: 675-685.

Beltaos, S. 1989. Environmental aspects of river ice transport and mixing processes. Collection 89-158 de l'INRE.

Beltaos, S. 1990. Fracture and breakup of river ice cover. 17: Rev. can. gén. civ. 173-183.

Beltaos, S. et V. Arora. 1988. An explicit algorithm to simulate transient transverse mixing in rivers. Rev. can. gén. civ. 6: 964-976.

Beltaos, S. et **B.G. Krishnappan**. 1990. The dam break problem: effect of an ice-cover — study report to Shawinigan Consultants Inc. Collection 90-15 de l'INRE.

Brownlee, B.G., J.H. Carey et I.T. Pellizzari. 1990. Environmental dynamics of benzothiazole-based pesticides. Collection 90-58 de l'INRE.

Bukata, R.P., **J.E. Bruton** et **J.H. Jerome**. 1989. Optical properties of inland waters: an essential requirement for monitoring of natural and anthropogenic climate changes from space. Collection 89-168 de l'INRE.

Bukata, R.P., **J.E. Bruton** et **J.H. Jerome**. 1989. Utilizing vegetation vigour as an aid to assessing groundwater flow pathways from space. Collection 89-59 de l'INRE.

Bukata, R.P., **J.H. Jerome** et **J.E. Bruton**. 1989. Determination of irradiation and primary production using a time-dependent attenuation coefficient. J. Great Lakes Res. 15: 327-338.

Droppo, I.G. et E.D. Ongley. 1989. Flocculation of suspended solids in southern Ontario rivers. *Dans* : Sediment and the Environment [R.F. Hadley et E.D. Ongley, éditeurs]. Publication 184 de l'AISH, pp. 91-100.

Engel, P. et **Y.L. Lau**. 1989. Laboratory tests of artificial control for the Milk River — phase II. Collection 89-92 de l'INRE.

Engel, P. et **Y.L. Lau**. 1990. Physical modelling of free surface vortices at pump intakes — a review. Collection 90-119 de l'INRE.

Engel, P., **Y.L. Lau** et M. Spitzer. 1989. Effects of bed level fluctuations on discharge measurements in alluvial streams. Comptes-rendus de la 9e conférence canadienne sur l'hydrotechnique, Vol. IIB, pp. 650-659.

Jerome, J.H., **J.E. Bruton** et **R.P. Bukata**. 1989. Optical monitoring of water quality in inland waters. Actes du 12e symposium canadien sur la télédétection, pp. 2799-2803.

Johnston, H.T., **Y.L. Lau** et N.N.J. Higginson. 1989. Model prototype comparison of boundary resistance in a two-stage channel. Proceedings of the International Conference on Channel Flow and Catchment Runoff, Charlottesville, Virginie, pp. 489-498.

Krishnappan, B.G. et E.D. Ongley. 1989. Measurement of size distribution of sediment flocs. Collection 89-108 de l'INRE.

Krishnappan, B.G. et E.D. Ongley. 1989. River sediments and contaminant transport — changing needs in research, pp. 530-538. Proceedings of the Fourth International Symposium on River Sedimentation, du 5 au 9 juin 1989, Beijing, Chine.

Krishnappan, B.G. 1990. Modelling of settling and flocculation of fine sediments in still water. Rev. can. gén. civ. 17: 763-770.

Krishnappan, B.G., I.G. Droppo, S.S. Rao et E.D. Ongley. 1990. Evaluation of filter fractionation technique for fine sediment. Collection 90-11 de l'INRE.

Krishnappan, B.G., I.G. Droppo, S.S. Rao et E.D. Ongley. 1990. Testing of a filter fractionation technique using Malvern particle analyzer. Collection 90-157 de l'INRE.

Lau, Y.L. 1989. Modelling of single-grain and floc settling. Journal canadien des sciences de la terre 26: 2523-2528.

Lau, Y.L. 1990. Modelling the consumption of dissolved contaminants by biofilm-periphyton in open-channel flow. Water Res. 24: 1269-1274.

Luk, G., **Y.L. Lau** et W.E. Watt. 1990. Modelling river mixing with unsteady pollutant source. J. Environ. Eng., ASCE, 116: 125-143.

Marsalek, J. 1989. Modelling agricultural runoff: overview. Proceedings of the IAHS Symposium: Sediment and the Environment, Baltimore, Maryland, mai 1989, pp. 201-209.

Marsalek, J. 1990. Stormwater management: recent developments and experience. *Dans* : Urban Water Infrastructure [Schilling, K.E. et E. Porter, éditeurs], NATO ASI Series E, Vol. 180, pp. 217-239, Kluwer Academic Publishers, Boston, Massachusetts.

Marsalek, J. et B.J. Steinback. 1989. Design of a flow measurement facility by hydraulic modelling. Pulp and Paper Canada 90/12: 239-242.

Marsalek, J. et H.O. Schroeter. 1989. Annual loadings of toxic contaminants in urban runoff from the Canadian Great Lakes Basin. Water Poll. Res. J. Canada 23: 360-378.

Marsalek, J. et **H.Y.F. Ng**. 1989. Evaluation of pollution loadings from urban non-point sources: methodology and applications. J. Great Lakes Res. 15: 444-451.

Ongley, E.D., T.R. Yuzyk et **B.G. Krishnappan**. 1990. Vertical and lateral distribution of fine-grained particulates in prairie and cordilleran rivers: sampling implications for water quality programs. Water Res. 24: 303-312.

Prowse, T.D., **S. Beltaos**, B.C. Burrell, P. Tang et J. Dublin. 1989. Breakup of the Nashwaak River, New Brunswick. Proceedings of the 46th Eastern Snow Conference, juin 1989, Québec, pp. 142-155.

Rao, S.S., J.H. Weng, **B.G. Krishnappan**, R.J. Maguire et E.D. Ongley. 1989. Adsorption of dyes to various size-fractions of suspended solids from the Yamaska River, Quebec. Collection 89-163 de l'INRE.

Contaminants et pesticides

Responsable du projet

R.J. Maguire
B.Sc. (Ottawa), Ph.D. (Alberta)
devenir des composés organiques industriels et des pesticides dans l'eau

Responsables d'étude

R.A. Bourbonniere
B.A. (Northeastern), M.S., Ph.D. (Michigan)
géochimie organique

Y.K. Chau
B.Sc. (Lingnan), M.Sc. (Hong Kong),
Ph.D. (Liverpool)
devenir et effets des métaux dans les régions contaminées

K.E. Day
B.Sc., M.Sc. (Waterloo), Ph.D. (Guelph)
bioaccumulation et effets des contaminants organiques sur les invertébrés

D.L.S. Liu
B.Sc. (Université Chung-Hsin)
M.Sc., Ph.D. (Colombie-Britannique)
biodégradation des contaminants organiques

K.R. Lum
B.Sc. (Manitoba), Ph.D. (Liverpool)
biogéochimie des éléments-traces

J.L. Metcalfe
B.Sc. (Manitoba)
techniques de biosurveillance des contaminants dans les écosystèmes aquatiques

Personnel professionnel et technique

S.P. Batchelor, B.Sc. (Toronto)
G.A. Bengert, B.Sc. (McMaster)
C. Jaskot, B.Sc. (McMaster)
A. Koffyberg
G.J. Pacepavicius
R.J. Tkacz, B.Sc. (Western Ontario)
H.K.T. Wong, B.Sc. (Waterloo)

PUBLICATIONS

Bourbonniere, R.A. et T. Van Halderen. 1989. Fractional precipitation of humic acid in coloured natural waters. Water Air Soil Pollut. 46: 187-188.

Bourbonniere, R.A. 1989. Distribution patterns of dissolved organic matter fractions in natural waters from Eastern Canada. Org. Chem. 14: 97-107.

Chau, Y.K. et J.H. Weber. 1989. Foreword. *Dans* : Organometallic Compounds in the Environment. Special Issue, Applied Organometallic Chemistry 3, Longman Scientific & Technical, Londres, R.-U.

Chau, Y.K. et P.T.S. Wong. 1989. Applications of gas chromatography to trace elements speciation. *Dans* : Trace Elements Speciation: Analytical Methods and Problems [G. Batley, éditeur], Chapitre 7, pp. 219-244, CRC Press, Inc., Floride.

Chau, Y.K. et P.T.S. Wong. 1989. Organometallic compounds in the aquatic environment. *Dans* : Analysis of Trace Organics in the Aquatic Environment [B.K. Afghan et A.S.Y. Chau, éditeurs], Chapitre 8, pp. 283-312, CRC Press, Inc., Floride.

Chau, Y.K., J.H. Weber et P.J. Craig [éditeurs]. 1989. Organometallic Compounds in the Environment. Special Issue, Applied Organometallic Chemistry 3: 1-120, Longman Scientific & Technical, Londres, R.-U.

Chau, Y.K., P.T.S. Wong, **G.A. Bengert** et J. Yaromich. 1989. Bioaccumulation of tributyltin by mussels. Chemical Speciation & Bioavailability 1: 151-156.

Day, K.E. 1989. Acute, chronic and sublethal effects of synthetic pyrethroids on freshwater zooplankton. Environ. Toxicol. Chem. 8: 411-416.

Day, K.E. 1990. Indicator at the species and biochemical levels. Environ. Monit. Assess. 15: 277-279.

Day, K.E. 1990. Pesticide residues in freshwater and marine zooplankton: a review with implications for trophic transfer and toxicity. Environ. Pollut. 67: 205-222.

Day, K.E. et **R.J. Maguire**. 1990. Acute toxicity of isomers of the pyrethroid insecticide deltamethrin and its major degradation products to *Daphnia magna*. Environ. Toxicol. Chem. 9: 1297-1300.

Day, K.E., J.L. Metcalfe et **S.P. Batchelor**. 1990. Changes in intracellular free amino acids in tissues of the caged mussel *Elliptio complanata*, exposed to contaminated environments. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 19: 816-827.

Eisenreich, S.J., P.D. Capel, J.A. Robbins et **R.A. Bourbonniere**. 1989. Accumulation and diagenesis of chlorinated hydrocarbons in lacustrine sediments. Environ. Sci. & Tech. 23: 1116-1126.

Green, R.H., R.C. Bailey, S.G. Hinch, **J.L. Metcalfe** et V. Young. 1989. The use of unionid clams to monitor the nearshore environment of lakes. J. Great Lakes Res. 15: 635-644.

Kaiser, K.L.E., **K.R. Lum**, M.E. Comba et V.S. Palabrica. 1990. Organic trace contaminants in St. Lawrence River water and suspended sediments, 1985-87. Sci. Tot. Env. 97/98: 23-40.

Kaiser, K.L.E., **K.R. Lum** et V.S. Palabrica. 1988. A review of field applications of the Microtox test in Great Lakes and St. Lawrence River waters. Water Poll. Res. J. Canada 23: 270-278.

Kwan, K.K., B.J. Dutka, S.S. Rao et **D.L.S. Liu**. 1989. Mutatox test: a new environmental impact assessment procedure for water and sediments. Collection 89-156 de l'INRE.

Kwan, K.K., B.J. Dutka, S.S. Rao et **D.L.S. Liu**. 1990 Mutatox test: a new test for monitoring environmental genotoxic agent. Environ. Pollut. 65: 323-332.

Lam, D.C.L., A.G. Bobba, **R.A. Bourbonniere**, G.D. Howell et M.E. Thompson. 1989. Modelling organic and inorganic acidity in Nova Scotia rivers. Water Air Soil Pollut. 46: 277-287.

LeBlanc, C.G., **R.A. Bourbonniere**, H.P. Schwarcz et M.J. Risk. 1989. Carbon isotopes and fatty acid analysis of the sediments of Negro Harbour, Nova Scotia, Canada. Estuarine Coastal Shelf Sci. 28: 261-276.

Liu, D.L.S. 1989. A rapid and simple biochemical test for direct determination of chemical toxicity. Toxicity Assessment 4: 399-404.

Liu, D.L.S. 1989. Assessment of the interaction between microorganism and chemical mixture using resazurin. Toxicity Assessment 4: 463-471.

Liu, D.L.S. et B.J. Dutka. Letter to the Editors. Toxicity Assessment 4: 515-516.

Liu, D.L.S., Y.K. Chau et B.J. Dutka. 1989. Rapid toxicity assessment of water-soluble and water-insoluble chemicals using a modified agar plate method. Water Res. 23: 333-339.

Liu, D. et **G.J. Pacepavicius**. 1990. A systematic study of the aerobic and anaerobic degradation of 18 chlorophenols and 3 cresols. Toxicity Assessment 5: 367-387.

Liu, D.L.S., R.J. Maguire, B.J. Dutka et **G.J. Pacepavicius**. 1990. Rationale for including metabolites in chemical toxicity bioassay. Toxicity Assessment 5: 179-188.

Maguire, R.J. 1990. Chemical and photochemical isomerization of deltamethrin. J. Agric. Food Chem. 38: 1613-1617.

Metcalfe, J.L. et A. Hayton. 1989. Comparison of leeches and mussels as biomonitors for chlorophenol pollution. J. Great Lakes Res. 15: 654-668.

Metcalfe, J.L. et T.B. Reynoldson. 1989. Preface to the special section on the use of benthic invertebrates in environmental assessment. Proceedings of a Symposium held at the 31st Conference on Great Lakes Research, McMaster University, Hamilton, Ontario. J. Great Lakes Res. 15: 537.

Metcalfe, J.L. et D.R. Barton. 1990. Water quality assessment of the Yamaska River, Quebec, based on benthic macroinvertebrate communities: a comparison of sampling techniques and summary indices. Collection 90-83 de l'INRE.

Metcalfe, J.L. et M.N. Charlton. 1990. Freshwater mussels as biomonitors for organic industrial contaminants and pesticides in the St. Lawrence River. Sci. Tot. Env. 97/98: 595-615.

Metcalfe, J.L. 1989. Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrate communities: history and present status in Europe. Environ. Pollut. 60: 101-139.

Peterson, R.H., **R.A. Bourbonniere**, G.L. Lacroix, D.J. Martin-Robichaud, P. Takats et G. Brun. 1989. Responses of Atlantic salmon (*Salmo salarm*) alevins to DOC and dissolved aluminum at low pH. Water Air Soil Pollut. 46: 399-413.

Rao, S.S., J.H. Weng, B.G. Krishnappan, **R.J. Maguire** et E.D. Ongley. 1989. Adsorption of dyes to various size-fractions of suspended solids from the Yamaska River, Quebec. Collection 89-163 de l'INRE.

Shizhong, T., **Y.K. Chau** et **D.L.S. Liu**. 1989. Biodegradation of bis(tri-n-butyltin)oxide. J. Appl. Organomet. Chem. 3: 249-255.

Wong, P.T.S. et **Y.K. Chau**. 1989. Toxicity of metal mixtures to phytoplankton. Dans : Heavy Metals in the Hydrological Cycle [M. Astruc et J.N. Lester, éditeurs], pp. 231-236, Selper Ltd., Londres, R.-U.

Wong, P.T.S. et **Y.K. Chau**. 1990. Zinc toxicity to freshwater algae. Toxicity Assessment 5: 167-177.

Wong, P.T.S., **Y.K. Chau**, J. Yaromich et P. Hodson. 1989. The analyses of alkyl lead compounds in fish and environmental samples in Ontario, Canada (1981-87). J. Appl. Organomet. Chem 3: 59-70.

Transport à grande distance des polluants aéroportés (TADPA)

Responsable du projet

D.C.L. Lam
B.Sc. (Hong Kong), M.A.Sc., Ph.D. (Waterloo)
modélisation du transport des contaminants et des bassins versants

Responsables d'étude

A.G. Bobba
B.Sc. (Vikram), M. Tech. (Ravishankar), M.S. (Ohio State)
hydrogéologie et modélisation des contaminants

W.G. Booty
B.Sc. (Waterloo), M.Sc., Ph.D. (McMaster)
modélisation géochimique des bassins versants

A.H. El-Shaarawi
B.Sc., M.Sc. (Le Caire), Ph.D. (Waterloo)
modélisation statistique

A.S. Fraser
B.Sc. (Waterloo)
qualité de l'eau et modélisation TADPA

R.G. Semkin
B.Sc. (Toronto), M.Sc. (McMaster)
processus géochimiques contrôlant l'acidification des eaux

Personnel professionnel et technique

J.L. Jones, B.Sc. (Memorial)
R. Neureuther
F. Norouzian, B.Sc. (McMaster)
M.D. Seymour

PUBLICATIONS

Bobba, A.G. 1988. Dimensional analysis of contaminant transport through conduit porous matrix system. Hydrol. Sci. Tech. 4: 117-129.

Bobba, A.G. 1989. Numerical model of contaminant transport through conduit-porous matrix system. Math. Geol. 21: 361-390.

Bobba, A.G. et **D.C.L. Lam**. 1989. Application of hydrological model to acidified watersheds — a study on Mersey River and Moosepit Brook watersheds, Nova Scotia. Water Air soil Pollut. 46: 261-275.

Bobba, A.G. et S.R. Joshi. 1988. Groundwater transport of radium-226 and uranium from Port Granby waste management site to Lake Ontario. Nucl. Chem. Waste Manage. 8: 199-209. (Traduit en japonais par Metsubishi Metal Corporation dans Groundwater Contamination Modelling Report, pp. 85-100.)

Bobba, A.G. et S.R. Joshi. 1989. Application of an inverse approach to a Canadian radioactive waste disposal site. Ecol. Model. 46: 195-221.

Bobba, A.G., W.G. Booty et **D.C.L. Lam**. 1990. Modelling episodic acidification. 1990 RMCC LRTAP and Acid Deposition Assessment Report, Part 4, Aquatic Effects, pp. 110-112.

Bobba, A.G., W.G. Booty, D.C.L. Lam et D.S. Jeffries. 1990. Time-dependent water chemistry modelling. 1990 RMCC LRTAP and Acid Deposition Assessment Report, Part 4, Aquatic Effects, pp. 105-109.

Booty, W.G. et **D.C.L. Lam**. 1989. The role of toxic chemical models in evaluating the impact of contaminants in water resources. Collection 89-116 de l'INRE.

Booty, W.G. et **D.C.L. Lam**. 1990. Freshwater ecosystem water quality modelling. *Dans*: Modelling Marine Systems [A. Davies, éditeur], Vol. II, pp. 387-431, CRC Press, Inc., Floride.

Chapman, D.T. et **A.H. El-Shaarawi** [éditeurs]. 1989. Statistical Methods for the Assessment of Point Source Pollution. Kluwer Academic Publishers, 373 pages.

Dolan, D.M. et **A.H. El-Shaarawi**. 1989. Inferences about point source loadings from upstream/downstream river monitoring data. Environ. Monit. Assess. 2-3: 243-260.

El-Shaarawi, A.H. et A. Naderisamani. 1989. A general distributional model for lake alkalinity with applications to Canadian data. Collection 90-55 de l'INRE.

El-Shaarawi, A.H. et A. Naderisamani. 1989. Statistical inference from multiply censored data. Collection 89-175 de l'INRE.

El-Shaarawi, A.H. et D.J. Williams. 1989. Status of the Niagara River point source discharge information: sampling design and estimation of loading. Environ. Monit. Assess. 2-3: 231-242.

El-Shaarawi, A.H., S.R. Esterby et H.O. Block. 1989. The analysis of censored data: an application to toxic contaminant data from the Bow and South Saskatchewan rivers. Collection 89-174 de l'INRE.

El-Shaarawi, A.H., S.R. Esterby et G.D. Howell. 1989. The use of historical information for selecting a sample from a population of lakes. Water Air Soil. Pollut. 46: 305-316.

El-Shaarawi, A.H., P.B. Kauss, M.K. Kirby et M. Walsh. 1989. Inferences about the variability of means from censored data. Environ. Monit. Assess. 2-3: 195-206.

El-Shaarawi, A.H. 1990. The Niagara River Data Interpretation Group Report to the River Monitoring Committee [A.H. El-Shaarawi, président]. Publication conjointe N.Y. SDEC, EC, U.S. EPA et MEO.

El-Shaarawi, A.H. et S.R. Esterby. 1990. Replacement of censored observations by arbitrary values: an evaluation. Collection 90-68 de l'INRE.

Esterby, S.R., **A.H. El-Shaarawi** et H.O. Block. 1989. The estimation of water quality changes between locations within a river system. Collection 90-45 de l'INRE.

Esterby, S.R., **A.H. El-Shaarawi** et H.O. Block. 1989. The evaluation of the effect of method and laboratory changes using monitoring network data. Collection 90-44 de l'INRE.

Esterby, S.R., **A.H. El-Shaarawi**, G.D. Howell et T.A. Clair. 1989. Spatial characterization of acidification-related parameters in sensitive regions of Atlantic Canada. Water Air Soil Pollut. 46: 289-303.

Fraser, A.S., J.L. Jones et D.S. Jeffries. 1990. Long range transport of atmospheric pollutants : Eastern Canada data base characteristics. Collection 90-61 de l'INRE.

Jeffries, D.S. et **D.C.L. Lam**. 1990. Effects of critical and target load on aquatic systems. RMCC 1990 LRTAP and Acid Deposition Assessment Report, Part 4, Aquatic Effects, pp. 72-81.

Jeffries, D.S., **D.C.L. Lam, A.G. Bobba** et **W.G. Booty**. 1990. Modelling the acidification processes in mountain lakes using monitoring data. Proceedings of the Workshop on Acidification Processes in Remote Mountain Lakes, du 20 au 22 juin 1989, Pallanza, Italie. CCE, Direction générale - science, recherche et développement, Air Pollution Research Report 20, pp. 69-77.

Joshi, S.R. et **A.G. Bobba**. 1989. Estimation of mixing rates in western Lake Ontario sediments by finite element analysis of Pb-210 profiles. Environ. Geol. Water Sci. 13: 195-200.

Lam, D.C.L., A.G. Bobba, R.A. Bourbonniere, G.D. Howell et M.E. Thompson. Modelling organic and inorganic acidity in two Nova Scotia rivers. Water Air Soil Pollut. 46: 277-287.

Lam, D.C.L., D.A. Swayne, **A.S. Fraser**, J. Storey et **I. Wong**. 1989. Expert systems in modelling of regional water quality. Modeling and Simulation 20: 651-5658.

Lam, D.C.L., D.A. Swayne, **I. Wong, A.S. Fraser**, Y. Ando et J. Storey. 1989. Acid rain to mine effluent: expert systems approach to environmental modelling. Proceedings IASTED International Conference on Expert Systems, Theory and Applications, Zurich, Suisse, du 26 au 28 juin, 1988, pp. 81-84.

Lam, D.C.L., D.A. Swayne, J. Storey et **A.S. Fraser**. 1989. Watershed acidification models using the knowledge approach. Ecol. Model. 47: 131-152.

Lam, D.C.L., D.A. Swayne, J. Storey, **I. Wong** et **A.S. Fraser**. 1989. Regional watershed acidification models using the expert systems approach: application to Nova Scotia, Canada. *Dans* : Regional Characterization of Water Quality [S. Ragone, éditeur], Publication 182 de l'AISH, pp. 285-292, Washington, D.C.

Lam, D.C.L., G.D. Howell, D.A. Swayne, **A.S. Fraser**, J. Storey et **I. Wong**. 1989. A knowledge-based approach to regional acidification modelling: a case study of New Brunswick, Canada. *Dans* : Regional Acidification Models [Kamari et al., éditeurs], pp. 213-226, Geographical Extent and Time Development, Springer-Verlag, Berlin, Allemagne.

Lam, D.C.L., I. Wong, D.A. Swayne, J. Storey, J. Kerby et G. Bowen. 1990. RAISON/MOE: data management and impact assessment system for mine effluents. Part I. Technical Manuals, MOE, Toronto, Ontario.

Maul, A., **A.H. El-Shaarawi** et J.C. Block. 1989. Bacterial distribution and sampling strategies for drinking water networks. *Dans* : Drinking Water Microbiology [Gordon A. McFeters, éditeur], Chapitre 10, pp. 207-223, Springer-Verlag Series in Contemporary Bioscience.

Semkin, R.G., D.S. Jeffries, **R. Neureuther** et **M. Seymour**. 1989. Major ion chemistry of the pre-melt snowpack of the Turkey Lakes Watershed, 1980-88. Proceedings of the 46 th Eastern Snow Conference, les 8 et 9 juin 1989, Québec, pp. 277-28[illegible]

Swayne, D.A., **D.C.L. Lam, A.S. Fraser**, Y. Ando et J. Storey. 1989. E[illegible] systems in modelling of regional water quality. Proceedings of the 1989 Modelin[illegible]d Simulation Conference, University of Pittsburgh, Pennsylvanie, pp. 651-657.

Swayne, D.A., J. Storey, **A.S. Fraser** et **D.C.L. Lam**. 1989. A microcomputer-based system for environmental modelling. Microcomputer Applications 8: 35-38.

Thompson, M.E. et **A.H. El-Shaarawi**. 1989. On the estimation of phosphorus loading from the Niagara River to Lake Ontario. Environ. Monit. Assess. 2-3: 223-230.

Wong, I., C.R. Murthy, D.A. Swayne et **D.C.L. Lam**. 1989. Fast graphical simulation of spills and plumes for application to the Great Lakes. Ecol. Model. 47: 161-173.

Écotoxicologie

Responsable du projet

B.J. Dutka
B.A., M.Sc. (Queen's)
méthodes microbiologiques et dépistage de la toxicité

Responsables d'étude

K.K. Kwan
B.A. (Lakehead)
microbiologie et tests de dépistage de la toxicité

S.S. Rao
B.Sc., Ph.D. (Mysore)
transport des matières particulaires et des contaminants fluviaux

Personnel professionnel et technique

K. Jones, B.Sc. (McMaster)
A.A. Jurkovic
R. McInnis
P. Stewart

PUBLICATIONS

Bitton, G., **B.J. Dutka** et C.W. Hendricks. 1989. Microbial toxicity tests. *Dans* : Field and Laboratory Reference Documents [W. Warren-Hicks, B.R. Parkhurst et S.S. Baker, Jr., éditeurs], EPA 600/3-89/103, pp. 6.44-6.66, U.S. EPA, Environmental Research Laboratory, Corwallis, Oregon.

Dickman, M.D., I.N. Brindle et **S.S. Rao**. Toxic effects of industrial discharges on wetland biological communities. Collection 90-53 de l'INRE.

Dutka, B.J. 1988. Evaluation of four simple and inexpensive microbial water quality testing procedures: a review. Collection 88-106 de l'INRE.

Dutka, B.J. 1988. Priority setting of hazards in waters and sediments by proposed ranking scheme and battery of tests approach. German J. for Applied Zoology 3: 303-316.

Dutka, B.J. et J.F. Gorrie. 1989. Assessment of toxicant activity in sediments by the ECHA biocide monitor. Environ. Pollut. 57: 107.

Dutka, B.J., K.K. Kwan et **S.S. Rao**. An ecotoxicological and microbiological study of the Yamaska River. Collection 89-147 de l'INRE.

Krishnappan, B.G., I.G. Droppo, **S.S. Rao** et E.D. Ongley. 1990. Testing of a filter fractionation technique using Malvern particle analyzer. Collection 90-157 de l'INRE.

Kwan, K.K. et **B.J. Dutka**. 1989. Simple two-step sediment extraction procedure for use in genotoxicity and toxicity bioassays. Collection 89-157 de l'INRE.

Kwan, K.K., B.J. Dutka, S.S. Rao et D.L.S. Liu. 1990. Mutatox test for monitoring environmental genotoxic agents. Environ. Pollut. 65: 323-332.

Kwan, K.K., B.J. Dutka, S.S. Rao et D.L.S. Liu. 1989. Mutatox test: a new environmental impact assessment procedure for water and sediments. Collection 89-156 de l'INRE.

Liu, D.L.S. et **B.J. Dutka**. Letter to the Editors. Toxicity Assessment 4: 515-516.

Liu, D.L.S., R.J. Maguire, **B.J. Dutka** et G.J. Pacepavicius. 1989. Rationale for including metabolites in chemical toxicity bioassays. Toxicity Assessment 5: 179-188.

Liu, D.L.S., Y.K. Chau et **B.J. Dutka**. 1989. Rapid toxicity assessment of water-soluble and water-insoluble chemicals using a modified agar plate method. Water Res. 23: 333-339.

Rao, S.S., B.K. Burnison et J.O. Nriagu. 1989. Microbiological studies of lake acidification: toxicological implications. Arch. Hydrobiol. Beih. 33: 273-284.

Rao, S.S., K.K. Kwan et **B.J. Dutka**. 1989. Toxicity associated with the suspended particulates in the Yamaska River. Collection 89-107 de l'INRE.

Rao, S.S., R.J. Maguire, B.G. Krishnappan, J.H. Weng et E.D. Ongley. Adsorption of dyes to various size fractions of suspended solids from the Yamaska River, Quebec. Collection 89-163 de l'INRE.

Ratto, A., **B.J. Dutka**, C. Vega, C. Lopez et A.H. El-Shaarawi. 1989. Potable water safety assessed by coliphage and bacterial tests. Water Res. 23: 253-255.

Contamination des eaux souterraines

Responsable du projet

K.S. Novakowski
B.Sc. (Brock), M.Sc. (Waterloo)
hydrogéologie des roches fracturées

Responsables d'étude

A.S. Crowe
B.Sc. (Waterloo), M.Sc., Ph.D. (Alberta)
eaux souterraines et modélisation géochimique

S. Lesage
B.Sc. (Ottawa), Ph.D. (McGill)
chimie des contaminants des eaux souterraines

Personnel professionnel et technique

P.A. Lapcevic, B.Sc. (Waterloo)
M.W. Priddle, B.Sc. (Waterloo)

PUBLICATIONS

Crowe, A.S. 1989. Numerical modelling of the groundwater contribution to the hydrological budget of lakes. Collection 89-165 de l'INRE.

Crowe, A.S., J.P. Mutch et R.E. Jackson. 1989. An expert system for assessing the migration and transformation of pesticides in the subsurface. Actes du colloque d'Agriculture Canada sur les pesticides dans les sols et l'eau : recherches en cours, réglementation et conséquences, le 28 juin 1989, Ottawa, Canada, pp. 46-66.

Jackson, R.E., **S. Lesage, M.W. Priddle, A.S. Crowe** et S. Shikaze. 1989. Contaminant hydrogeology of toxic organic chemicals at a disposal site, Gloucester, Ontario. 2. Remedial investigation. Collection 89-154 de l'INRE.

Jackson, R.E., **A.S. Crowe, S. Lesage** et **M.W. Priddle**. 1989. Aquifer contamination and restoration at the Gloucester landfill, Ontario, Canada. Proceedings of the Third Scientific Assembly of the International Association of Hydrological Sciences, Baltimore, Maryland, May 10-19, 1989. Publication 185 de l'AISH, pp. 181-188.

Jackson, R.E., J.P. Mutch et **M.W. Priddle**. 1990. Persistence of aldicarb residues in the sandstone aquifer of Prince Edward Island. J. Contaminant Hydrology 6: 21-35.

Lapcevic, P.A. 1990. The results of constant head injection tests using variable packer spacings to characterize permeable fractures in the Lockport dolostone, Niagara Falls, N.Y. Collection 90-97 de l'INRE.

Lesage, S., P. Riemann et R.A. McBride. 1989. Degradation of organic solvents in landfill leachates. Actes du congrès sur le transfert des techniques, Ministère de l'Environnement de l'Ontario, le 20 novembre 1989, Toronto, Ontario, Vol. 2, pp. 88-97.

Lesage, S., R.E. Jackson, **M.W. Priddle** et P. Riemann. 1990. Occurrence and fate of organic solvent residues in anoxic ground water at the Gloucester landfill, Canada. Environ. Sci. & Tech. 24: 559-565.

Lesage, S., R.E. Jackson, **M.W. Priddle**, P. Beck et K. Raven. 1990. Monitoring shallow ground water for injected liquid industrial wastes, Sarnia, Canada. Collection 89-171 de l'INRE.

Lesage, S. et **P.A. Lapcevic**. 1990. Differentiation of the origins of BTEX in ground water using multivariate plots. Ground Water Monitoring Review (Spring): 102-105.

Lesage, S., J.K. Ritch et E.J. Treciokas. 1990. Characterization of groundwater contaminants at Elmira, Ontario, by thermal desorption, solvent extraction GC-MS and HPLC. Collection 89-155 de l'INRE.

Mutch, J.P. et **A.S. Crowe**. 1989. A review and analysis of existing pesticide transport and transformation models: phase one report. Collection 89-172 de l'INRE.

Novakowski, K.S. 1989. Comparison of fracture aperture widths determined from hydraulic measurements and tracer experiments. Proceedings of the Fourth Canadian/American Conference on Hydrogeology, National Water Well Association, Dublin, Ohio, pp. 68-80.

Novakowski, K.S. 1989. A composite analytical model for analysis of pumping tests affected by wellbore storage and finite thickness skin. Water Resour. Res. 25: 1937-1946.

Novakowski, K.S. 1989. Analysis of pulse interference tests. Water Resour. Res. 25: 2377-2387.

Novakowski, K.S. 1990. Measuring hydrodynamic dispersion using the borehole dilution method. Collection 89-112 de l'INRE.

Novakowski, K.S. 1990. Analysis of aquifer tests conducted in fractured rock: a review of the physical background and the design of a computer program for generating type curves. Ground Water 28: 99-107.

Novakowski, K.S. et J.A. Cherry. 1989. The effect of wellbore dilution on the results of tracer experiments conducted in fractured rock. Actes du congrès sur le transfert des techniques, Ministère de l'Environnement de l'Ontario, Session C, Liquid Solid Waste, Toronto, Ontario, Vol. II, pp. 68-77.

Priddle, M.W., R.E. Jackson et J.P. Mutch. 1989. Contamination of the sandstone aquifer of Prince Edward Island by aldicarb and nitrogen residues. Ground Water Monitoring Review 9: 134-140.

Priddle, M.W. 1989. A slug test packer for five-centimetre (two-inch) wells. Ground Water 27: 713-714.

Raven, K.G., D. Belanger, R.E. Jackson, **S. Lesage** et V.K. Nowicki. 1989. Investigation of suspected PAH contamination of groundwater, Newcastle, New Brunswick. Rapport préparé pour le gouvernement du Nouveau-Brunswick par WMS Associates Ltd., Frédéricton, N.-B.

Bureau du directeur

Directeur

J. Lawrence
B.Sc., Ph.D. (Bristol)
chimie analytique et assurance de la qualité

Agent de liaison scientifique

R. Bisson
Ph.D. (Western Ontario)

Coordinateur des projets spéciaux

J.F. Ryan

Recherche en chimie analytique

Responsable du projet

I. Sekerka
RNC, RNDr. (Prague), C.Sc. (Ostrava)
chimie électroanalytique et analyse par injection continue

Responsables d'étude

B.K. Afghan
B.Sc. (Sind), D.I.C. (I.C., Londres)
Ph.D. (Londres)
chromatographie en phase liquide sur colonne, chromatographie en phase gazeuse et chromatographie en phase liquide/spectrométrie de masse

D.H. Anthony
B.Sc. (McMaster)
spectroscopie et préconcentration des échantillons

V. Cheam
B.S., Ph.D. (Oklahoma)
chromatographie ionique et spectroscopie d'absorption atomique

S.A. Daniels
B.S., M.S. (Louisiana State), Ph.D. (Waterloo)
mécanismes biochimiques de la toxicité et analyse électrocinétique

H.B. Lee
B.Sc. (Hong Kong), Ph.D. (McMaster)
chromatographie en phase gazeuse, spectrométrie de masse et chromatographie en phase liquide à haute pression

F.I. Onuska
P.Chem.Eng. (Bratislava), M.Sc. (Prague),
CSc. (Brno), Ph.D. (Waterloo)
Chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse

B.F. Scott
B.Sc., M.A., Ph.D. (Toronto)
analyse à large spectre

J.P. Sherry
B.Sc., Ph.D. (N.U.I., Dublin)
dépistage par radioimmunoessais

Personnel professionnel et technique

J.F. Lechner; K.A. Terry; R.J. Wilkinson

PUBLICATIONS

Afghan, B.K. 1989. Proposed reference methods for PCDDs and PCDFs. Collection 89-128 de l'INRE.

Chau, A.S.Y., W.C. Li et **H.B. Lee**. 1990. Development of sediment extract reference samples for selected toxic organic contaminants. Part I. Total PCBs, chlorobenzenes and polynuclear aromatic hydrocarbons. Collection 90-102 de l'INRE.

Li, W.C., A.S.Y. Chau, **H.B. Lee** et E. Kokotich. 1990. Summary report for UGLCCS interlaboratory studies on the analysis of chlorinated hydrocarbons in standard solutions, water and sediment samples. Collection 90-122 de l'INRE.

Cheam, V. 1989. Determination of organic and inorganic acids in precipitation. J. Chromat. 482: 381-392.

Cheam, V., K.I. Aspila et A.S.Y. Chau. 1989. Analytical Reference Materials. VIII. Development and certification of new Great Lakes sediment reference material for eight trace metals. Sci. Tot. Env. 87/88: 517-524.

Daniels, S.A., M. Munawar et C.I. Mayfield. 1989. An improved elutriation technique for the bioassessment of sediment contaminants. Hydrobiologia 188/189: 619-631.

Lee, H.B., T.E. Peart et J.M. Carron. 1990. Gas chromatographic and mass spectrometric determination of some resin and fatty acids in pulp mill effluents as their pentafluorobenzyl ester derivatives. J. Chromatogr. 498: 367-379.

Mudroch, A., **F.I. Onuska** et L. Kalas. 1989. Distribution of PCBs in water, sediment and biota of two harbours. Chemosphere 18: 2141-2154.

Oliver, B.G., R.M. Baxter et **H. B. Lee**. 1989. Polychlorinated biphenyls. *Dans* : Analysis of Trace Organics in the Aquatic Environment [B.K. Afghan et A.S.Y. Chau, éditeurs], pp. 31-68, CRC Press, Boca Raton, Floride.

Onuska, F.I. et **K.A. Terry**. 1989. Identification and quantitative analysis of N-containing polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments. J. High Resolut. Chromatogr. 12: 362-367.

Onuska, F.I. et **K.A. Terry**. 1989. Quantitative HRGC and mass spectrometry of toxaphene residues in fish samples. J. Chromatogr. 471: 161-171.

Onuska, F.I. et **K.A. Terry**. 1989. Supercritical fluid extraction of 2,3,7,8-TCDD from sediment samples. J. High. Resolut. Chromatogr. 12: 357-361.

Onuska, F.I. et **K.A. Terry**. 1989. Supercritical fluid extraction of PCBs in tandem with HRGC in environmental analysis. J. High Resolut. Chromatogr. 12: 527-531.

Scott, B.F. et A. Cassita. 1990. Analysis of contaminated fuels. Collection 89-129 de l'INRE.

Scott, B.F. et A. Cassita. 1990. Analysis of fuels for contamination by organic sulfur and phosphorus compounds using atomic emission detector. Collection 90-106 de l'INRE.

Scott, B.F. et R. Szamiola. 1989. Comparison of results between PCB congener method and standard method obtained during validation study. Collection 89-95 de l'INRE.

Sekerka, I. et **J.F. Lechner**. 1990. Automated method for the determination of boron in water by FIA with in-line preconcentration and spectrophotometric detection. Anal. Chim. Acta 234: 199-206.

Sekerka, I. et **J.F. Lechner.** 1989. Instruction manual for the determination of Ca and Mg by FIA and atomic absorption spectroscopy. Collection 89-84 de l'INRE.

Sekerka, I. et **J.F. Lechner**. 1989. Instruction manual for the determination of Na and K by FIA and atomic absorption spectroscopy. Collection 90-107 de l'INRE.

Sekerka, I. et **J.F. Lechner**. 1990. Determination of dissolved oxygen by FIA. Collection 90-109 de l'INRE.

Sherry, J.P. et H. Tse. 1989. A procedure for the determination of PCDDs in fish. Collection 89-133 de l'INRE.

Sherry, J.P. 1989. A comparison of the abilities of 15 media to recover viable yeasts from pond, river and lake water. JMM 10: 39-46.

Sherry, J.P., J.W. Apsimon, T.L. Collier et P.W. Albro. 1989. Dimethyl sulfoxide as solubilization agent in radioimmunoassay for the detection of PCDDs. Collection 89-130 de l'INRE.

Études en hydraulique

Responsable du projet

M.G. Skafel
B.A., B.E., M.Sc. (Saskatchewan), Ph.D. (Cambridge), P.Eng.
génie côtier

Responsables d'étude

C.T. Bishop
B.Sc., M.Sc. (Queen's), P.Eng.
génie côtier

M.A. Donelan
B.Eng. (McGill), Ph.D. (Colombie-Britannique)
interaction air-eau

P. Engel
B.A.Sc., M.A.Sc. (Waterloo), P.Eng.
génie fluvial

Personnel technique

W.B. Taylor, chef, section des services techniques; D. Beesley; C. Bil; J. Dalton; D. Doede; G. Duncan; F. Dunnett; D. Fekyt; J. Heidt; W. Moody; B. Near; T. Nudds; R. Stephens; B. Trapp; G. Voros

PUBLICATIONS

Bishop, C.T. et J.P. Coakley. 1989. Stratigraphy of the Sixteen Mile Creek Lagoon et its implications for Lake Ontario water levels: Discussion. Revue canadienne des sciences de la terre 26: 1074-1076.

Bishop, C.T. et **M.A. Donelan**. 1989. Wave prediction models. *Dans* : Applications in Coastal Modelling [V.C. Lakhan et A.S. Trenhaile, éditeurs], pp. 75-105, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.

Bishop, C.T. et P. Zrymiak. 1990. Impact of the rubblemound breakwater at Goderich Harbour on coastal and fluvial processes. Collection 90-121 de l'INRE.

Boyce, F.M., **M.A. Donelan**, P.F. Hamblin, C.R. Murthy et T.J. Simons. 1989. Thermal structure and circulation in the Great Lakes. Atmosphere-Ocean 27: 607-642.

Donelan, M.A. 1990. Air-sea interaction. *Dans* : The Sea, Vol. 9, Ocean Engineering Science [B. Lemehauté et D. Hanes, éditeurs], pp. 239-292, Wiley and Sons.

Engel, P. 1989. A new calibration equation for vertical axis current meters. Collection 89-131 de l'INRE.

Engel, P. 1989. Criteria for the establishment of an experimental program for the measurement of flows in rivers with solid ice cover. Collection 89-132 de l'INRE.

Engel, P., Y.L. Lau et M.O. Spitzer. 1989. Effects of bed level fluctuations on discharge measurement in alluvial streams. Proceedings of the 9th Canadian Hydrotechnical Conference, Vol. IIB, pp. 650-659.

Engel, P. et Y.L. Lau. 1989. Laboratory tests of artificial control for the Milk River — Phase II. Collection 89-92 de l'INRE.

Engel, P. et P. Zrymiak. 1989. Development of a calibration strategy for suspended sediment samplers — Phase I. Collection 89-121 de l'INRE.

Engel, P. 1990. Effects of winter sounding weight assemblies on the performance of the Price current meter. Collection 90-100 de l'INRE.

Engel, P. 1990. Comparison of model and prototype values of Manning's "n" for artificial roughness elements. Collection 90-114 de l'INRE.

Engel, P. 1990. A new facility for the testing of suspended sediment sampler nozzles. Collection 90-116 de l'INRE.

Engel, P., E.J. Fast et K. Wiebe. 1990. Towing tank tests of the Stork 1500 MMKI acoustic flow meter — final report. Collection 90-105 de l'INRE.

Engel, P. et. Y.L. Lau. 1990. Physical modelling of free surface vortices at pump intakes — a review. Collection 90-119 de l'INRE.

Skafel, M.G. et **C.T. Bishop**. 1989. Wave forces on a pipeline in a trench. Collection 89-122 de l'INRE.

Assurance de la qualité

Responsable du projet

A.S.Y. Chau
B.Sc. (Colombie-Britannique), M.Sc. (Carleton)
matériel de référence et assurance de la qualité

Responsables d'étude

H. Alkema
B.T. (Ryerson)
programme fédéral-provincial d'assurance de la qualité et matériel de référence

K.I. Aspila
B.Sc., M.Sc. (Carleton)
assurance de la qualité

Y. Stokker
B.Sc. (Guelph), M.Sc. (Queen's)
assurance de la qualité et matériel de référence

W.C. Li
B.Sc. (Université nationale de Taiwan)
Ph.D. (Wisconsin)
assurance de la qualité (LCPE)

Personnel professionnel et technique

N. Arafat, B.Sc. (Waterloo)

PUBLICATIONS

Alkema, H. 1990. Annual Report: Federal-Provincial Interlaboratory QA Program, studies 33-44 (Sept. 1988-August 1989) for inorganic constituents in surface waters. Collection 90-110 de l'INRE.

Alkema, H. 1990. Annual Report: Prairie Provinces Interlaboratory QA Program, studies 73-84 (Sept. 1988-August 1989) for inorganic constituents in surface waters. Collection 90-111 de l'INRE.

Alkema, H. 1990. Rapport annuel: Programme d'assurance de la qualité fédéral-provincial interlaboratoire, études 31-44 (juillet 1988-août 1989) pour les substances inorganiques dans des eaux de surface. Collection 90-112 de l'INRE.

Chau, A.S.Y., **W.C. Li** et H.B. Lee. 1990. Development of sediment extract reference samples for selected toxic organic contaminants. Part I. Total PCBs, chlorobenzenes and polynuclear aromatic hydrocarbons. Collection 90-102 de l'INRE.

Cheam, V., **K.I. Aspila et A.S.Y. Chau**. 1989. Analytical Reference Materials. VIII. Development and certification of new Great Lakes sediment reference material for eight trace metals. Sci. Tot. Env. 87/88: 517-524.

Li, W.C., **A.S.Y. Chau** et E. Kokotich. 1989. Summary report for UGLCCS interlaboratory studies on the analysis of trace metals in waters and sediments. Collection 89-127 de l'INRE.

Li, W.C., **A.S.Y. Chau**, H.B. Lee et E. Kokotich. 1990. Summary report for UGLCCS interlaboratory studies on the analysis of chlorinated hydrocarbons in standard solutions, water and sediment samples. Collection 90-122 de l'INRE.

Li, W.C. et **A.S.Y. Chau**. 1990. Summary report for UGLCCS interlaboratory studies on the analysis of PCBs in water and standard solutions. Collection 90-115 de l'INRE.

Li, W.C. et **A.S.Y. Chau**. 1990. Summary report for UGLCCS interlaboratory studies on the analysis of PAHs in water and standard solutions. Collection 90-113 de l'INRE.

Li, W.C. et **A.S.Y. Chau**. 1990. Summary report for UGLCCS interlaboratory studies on the analysis of organochlorines in water and standard solutions. Collection 90-108 de l'INRE.

Stokker, Y.D. et **A.S.Y. Chau**. 1989. Summary FICP report: interlaboratory study on the analysis of chlorophenols in natural waters. Collection 88-112 de l'INRE.

Stokker, Y.D. et **A.S.Y. Chau**. 1989. Summary FICP report: interlaboratory study on the analysis of organochlorinated insecticides in natural waters. Collection 89-97 de l'INRE.

DIVISION DE LA LIAISON SCIENTIFIQUE

Chef
Poste vacant

Conseillers principaux, gestion de la recherche
G.K. Rodgers
B.A.Sc. (Toronto), M.Sc. (Colombie-Britannique), Ph.D. (Toronto)
génie physique, physique, océanographie physique et limnologie

R.A. Vollenweider
B.S., Ph.D. (Zurich), D.Sc. h.c. (McGill)
eutrophisation des eaux douces et marines

Bibliothèque et services connexes
E. Dowie, chef
B.A. (Regina), B.L.S., M.L.S. (Toronto)

DIVISION DU SOUTIEN À LA RECHERCHE

Chef
J.D. Smith, C.D.

SERVICES TECHNIQUES

J.A. Bull, chef par intérim
B.Eng. (McMaster)
instruments utilisés en limnologie

R.J. Desrosiers
B.A.Sc., Ms.C. (Toronto)
électro-optique

J.S. Ford
B.A.Sc. (Colombie-Britannique), P.Eng.
conception des instruments scientifiques

N. Madsen
B.Sc. (Waterloo), P.Eng.
conception de systèmes mécaniques

F.E. Roy
B.Sc., M.Sc. (McMaster), P.Eng.
conception du matériel scientifique

J. Valdmanis
B.Eng. (McMaster), M.Sc. (Waterloo)
conception d'instruments scientifiques

Personnel technique
W.J. Cooper; J.A. Diaz;
K. Davis; J. Dolanjski;
J.G. Ford; M.F. Kerman;
M. Pedrosa; L.R. Peer;
H.A. Savile; E.G. Smith;
J.A. Tyler

SERVICES D'INFORMATIQUE ET DE PROGRAMMATION

R.A. Duffield, chef
B.Sc., M.B.A. (McMaster)
services d'informatique et de programmation

Informatique appliquée
G.S. Beal
J.W. Byron
D. Chang
H.E. Comba, B.Sc. (Carleton)
J.E. Dowell, B. Math. (Waterloo)
B. Hanson, B.A. (McMaster)
J.M. Hodson, B.Sc. (McMaster)
K. Miles
B. Ventresca, B.Sc. (Brock)
J. Young
A. Zingaro, B.Sc. (McMaster)

Services d'informatique
H.C. Pulley, B.Sc. (Colombie-Britannique);
C. Bell
U. Hamilton
M. Kinder
B. Malseed

Dessinateurs
M.L. Donnelly
W.D. Finn
K. Logan
P. McColl
J. Van Nynatten

OPÉRATIONS TECHNIQUES

P.M. Healey, chef
L.E. Benner; Y. Desjardins; F.H. Don;
B.L. Gray; H.E. Greencorn; R.J. Hess;
K.J. Hill; W.D. Hunt; G.G. LaHaie;
H.A. Lavoie; L.L. Lomas;
M.R. Mawhinney; B.H. Moore;
S.B. Smith; E.H. Walker; P.R. Youakim

PUBLICATIONS

Mudroch, A. et **K.J. Hill**. 1990. Distribution of mercury in Lake St. Clair and the St. Clair River sediments. Water Poll. Res. J. Canada 24: 1-21.

Hamblin, P.F., **J.A. Bull** et F. Chiocchio. 1989. Field evaluation of a microprocessor-based recording current meter modified for wave research. Ocean Eng.: 16: 567-574.